IL NUOVO CIMENTO

ORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa

NELL' ANNO 1844

DAI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA

E CONTINUATO

DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE e NATURALI

DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXIII-IV.

LUGLIO

(Pubblicato il 3 Agosto 1866)

1865-66.

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

I N D I C E

IL NUOVO CIMENTO

ANNO XI-XII.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa

DAI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA

E CONTINUATO

DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE E NATURALI

DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXIII-IV.

1865-66

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

SUNTO DI ALTRE SPERIENZE ED OSSERVAZIONI SUL MAGNETISMO DE' MATTONI, TERRE COTTE, CERTI MINERALI E TERRENI FERRIFERI E DI UNA INTRAVEDUTA CAGIONE FIN QUI NON AVVERTITA DI VARIAMENTI NELL'AZIONE DEL MAGNETISMO DEL GLOBO DA UN PUNTO ALL'ALTRO ANCHE PROSSIMI DELLA SUA SUPERFICIE — MEMORIA III. DEL PROF. COMM. SILVESTRO GHERARDI.

Letta all'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna nella sessione del 3 Maggio 1866.

Non sì tosto ebbi scorto e con diretti sperimenti dimostrato il magnetismo polare ne' mattoni, che fui tratto a procacciare al mio trovato quella maggiore confermazione ed ampliazione che potevan venire da nuove svariate esperienze ed osservazioni, e ancora dall' attrattiva, sempre desiderata, di qualche ragguardevole applicazione. Ai saggi di cotesto studio presentati già all' Accademia ed onorati della pubblicazione nelle sue Memorie (1), aggiungo ora quest'altro, invocando su di esso tutta la benignità della medesima.

Ha il suo miglior fondamento in due serie di esperienze ed in una serie di osservazioni magnetiche, sulle quali però non mi è dato comunicare adesso se non che un breve estratto delle relative mie notazioni. — Fra le esperienze l' une s' attengono al magneto-elettricismo, l' altre al pret-

(1) V. *Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, Vol. XII. Serie I.; Id. Vol. III. Serie II.; e *Rendiconto delle Sessioni dell' Acc. ecc. per l'anno Accademico* 1863-64, pag. 71.

to magnetismo ; le osservazioni poi, all' inclinazione magnetica in punti diversi ma prossimi d' uno stesso luogo appartengono.

Vengo subito alle prime, alle esperienze magnetico-elettriche. — I miei tentativi per ottenere dal magnetismo delle terre cotte, e dal consimile d' alcuni minerali, come sarebbe il serpentino, delle correnti elettriche indotte, abbastanza valide da non isfuggire alle indicazioni dei galvanometri moltiplicatori di cui poteva disporre, andarono quasi fallite. Inutilmente, o quasi, io introduceva od estraeva, rapidamente, dei rocchetti di filo di rame rivestito di seta, e comunicante col moltiplicatore, da vasi di terra cotta, ne' quali aveva riconosciuto un magnetismo polare, che sembravami sufficiente a poter produrre il ricercato effetto; invano del tutto, ma ciò punto non mi sorprendeva, io aveva aggiunto all'efficacia del lungo filo de' rocchetti l' aiuto di spranghette di ferro dolce nei medesimi inserite. Tuttavia in qualche caso, variando vasi, e ancora certi recinti, surrogati a questi, formati di mattoni, o di pezzi de' suddetti minerali, artatamente disposti, avuto riguardo al senso del loro magnetismo, raggiunsi pure alcun segno, per me infallibile, di corrente elettrica indotta; il quale intanto mi animò a moltiplicare, e variare di nuovo le prove. Riescirono alla per fine quelle eseguite della maniera che passo a descrivere. — Mi procurai un telaio in forma paralellepipeda, fatto di regoletti di legno robustamente connessi: queste le sue dimensioni....

	metri
Lunghezza	0, 310 ;
Larghezza	0, 100 ;
Altezza, un po' più di . .	0, 104 .

Lo avvolsi spiralmente con un lungo e sottil filo di rame, ben coperto di fil di seta, in guisa da lasciarne perfettamente libere le due opposte faccie più lunghe fra le quattro più strette :

	metri
Lunghezza del filo avvolgente. .	52, ;
Diametro	0, 0012 ;
Altezza dell'intera spirale elicoide semplice, o d'un solo suolo . .	0, 104 ;
Numero delle sue spire, alla meglio serrate e contigue l'una all'altra	63.

Poggiando il telaio, così rivestito, sur una tavola orizzontale per una delle suddette faccie scoperte, alla distanza di 3 metri scarsi da un galvanometro, posato sopra altra tavola, li due capi dalla spirale elicoide venivano messi, per mezzo di reofori, in comucazione col filo dello stesso galvanometro :

	metri
Lunghezza di ciascheduno dei fili reofori	3 ;
Diametro di essi	0, 001.

Per non intralasciare nulla, che possa importare, mettiamo anche la lunghezza di tutto il filo del galvanometro, ed il suo diametro :

	metri
Lunghezza.	11, 200 ;
Diametro	0, 001.

Quindi: rapporto della lunghezza del filo indotto, alla lunghezza del filo puramente conduttore $= \frac{52}{17,\ 2} = 3,\ 023$.

Si prese quel mattone smurato dalla Torre Asinelli che mostrossi il più valoroso in quelle poche esperienze magnetiche, che partecipai all' Accademia colla Memoria II su questi studi. E tenutolo in mano, verticale la sua dimensione mezzana o larghezza, sulla bocca o faccia superiore del paralellepipedo, in guisa da potervelo rapidamente discendere, e levare egualmente, alzandolo ; ad ogni discesa, come ad ogni ascesa, l' ago del galvanometro non mancò di declinare, dalle opposte parti del suo meridiano, di 1°, 5 circa ; e fa-

cendosi succedere discese ascese coll' opportune pause infra loro, l' ago stesso mettevasi in oscillazioni, dell' ampiezza di 4, 6 e più gradi. — Per un utile confronto sappiasi, che fu provato: produrre all' incirca, la stessa quantità di effetto di galvanometrico due eguali sbarrette di acciaio paralellepipede, a sezione trasversale quadrata, magnetizzate, come di solito, per lo lungo, insieme giustaposte l' una all' altra secondo la lunghezza, e, così congiunte, verticalmente introdotte ed estratte, con rapidità, nel perallelepipedo. Coteste le dimensioni di ciascuna:

	metri
Lunghezza	0, 200;
Lato	0, 005.

	gram.
Peso di ciascuna	40
Peso della limatura di ferro dolce rimasta attaccata ad ognuna, immergendola in un ammasso di quella, e levandonela senza scosse	1, 2.

Pongo anche le dimensioni ed il peso del suddetto esperimentato mattone:

	metri	
Lunghezza. .	0, 25 circa	(il mattone è un po' scemo ad un capo);
Larghezza. .	0, 13;	
Grossezza . .	0, 05 (scarsi).	

	chil.
Peso	2,920.

Quindi: rapporto del peso del mattone, al peso delle due sbarrette congiunte $= \frac{2,\ 920}{0,\ 080} = 36\ ^1/_2$ in punto.

Badisi: siccome il mattone, quantunque il suo magnetismo *polare*, contrapposto ad altro magnetismo *polare*, si manifesti *energico*, non attrae punto punto non attacca a se, da nessuna sua parte, la limatura di ferro dolce, nè per una

sola particella, così a questo saggio o criterio della forza magnetica, fondato sulla *sola attrazione* anzidetta, essa forza la si direbbe *nulla* nel mattone; e, all' opposto, ben *grande* in proporzione, anzi grandissima nelle sbarrette d' acciaio. Ma, per converso, a quelle maggiori distanze, alle quali il mattone seguita ad agire efficacemente sull' ago da bussola, le sbarrette non agendo più affatto, o pochissimo sull' ago medesimo, guardando a coteste *sole azioni* (e nè tampoco guardando alla grande differenza delle *masse* agenti, ed anche delle loro *dimensioni*, rispetto a quelle dell' ago da bussola), esse sbarrette direbbersi *di poca o minima* forza magnetica, appetto il mattone.

Al telaio paralellepipedo delle descritte esperienze si sostituì un grosso bicchiere di cristallo, fasciandolo dello stesso filo lungo 52 metri, ed al mattone un ciottolo, ovoidale bislungo, di serpentino schietto compatto, già trovato fortemente fornito di magnetismo consimile a quello delle terre cotte. E si confermò eziandio col corpo naturale minerale, provveduto di magnetismo *polare* nativo, la produzione della corrente magneto-elettrica. Lascio ad un' altra volta i particolari su di ciò. — S' intenderà bene che io mi posi al sicuro delle azioni che il mattone ed il ciottolo potessero esercitare *direttamente* sul sistema astatico degli aghi del galvanometro, verificando che, a quella distanza suddetta, di quasi tre metri, fra essi, ed il galvanometro medesimo, tali azioni assolutamente mancavano affatto. E così, tutte le volte che mi piacque di mettere in moto, per queste esperienze, telaio e bicchiere, anzichè mattone e ciottolo, o di dar moto a quelli insieme e a questi, io mi guardai bene da quei movimenti che svolgere potevano, e svolgevano effettivamente se non s' evitavano, nel filo spirale delle correnti elettriche per induzione *diretta* del magnetismo terrestre.

Finora le correnti magneto-elettriche eransi ottenute coll' impiegarvi calamite, permanenti o temporarie, la cui polarità si appalesa *tanto colle attrazioni e repulsioni sull' ago da bussola, quanto coll' attrarre e attaccare a se il ferro dolce.* Mi pare che cotesti miei sieno i primi esempi di produzione

di correnti di tal fatta *con quest' altra specie o maniera particolare* di calamite; le quali, lo ripetiamo forse utilmente, *non attraggono* sensibilmente il ferro dolce, perchè non valgono non arrivano a *svilupparvi*, per influenza propria, il magnetismo, quantunque energico si addimostri il loro *proprio magnetismo polare permanente e fisso,* quando sia messo in conflitto con altro magnetismo *polare,* o già sviluppato. A confermare, illustrare la *capitale differenza* fra le une e le altre calamite, diciamo pur anche, fra l' uno e l'altro magnetismo, tornerebbe opportuno riferire qui non poche esperienze e considerazioni di altri, (già note, ma poco studiate dai Fisici, meno poi dai Mineraloghi), e alcune di me stesso pure. Ma adesso la strettezza del tempo concessomi non mi permette di dirne altro.

Passo alle sopraddette seconde esperienze, quelle di pretto magnetismo. Ma qui sono forzato a spogliare anche meno da' miei registri, per la copia maggiore che vi ho di coteste esperienze, in confronto delle precedenti: mi limito a discorrere di due o tre. — I mattoni si cuociono in fornace, posandoli, già l' avvertii a suo tempo, orizzontalmente sur uno de' due fianchi lunghi e stretti; così rimane verticale la larghezza o dimensione media del mattone; e secondo questa mostrasi, generalmente, diretto il suo magnetismo, col polo nord al fianco rimasto in basso, e il sud al fianco opposto, rimasto in alto. Feci cuocere in fornaci prossime a Torino, a Bologna, e nella bassa Romagna dei mattoni *in piedi*, val dire posati in piano orizzontale per un dei due capi, le due faccie più corte fra le quattro più strette (intendo di parlare de' più soliti mattoni, di forma paralellepipeda). Il magnetismo vi si palesò *longitudinale,* anzichè *trasversale* come negli anzidetti. Ed essendovi state marcate le faccie rimaste in basso ed in alto, durante la cottura, venne ancora da essi mattoni cotti in piedi comprovato, che in quelle manifestasi costantemente il polo nord, e il sud in queste. Ometto onninamente le particolarità magnetiche, notevoli alcune, osservate ne' vari mattoni, segnatamente in quelli della stessa pasta e di una stessa fornaciata, disposti a cuocere ne' *vari piani verticali,* oltre quelle del meridiano

magnetico: cotali particolarità ponnosi però, in genere, prevedere, stando a que' semplici e pochi dettami teorici, giusta i quali mi spiegai fino da principio lo sviluppamento ne' mattoni del magnetismo *polare permanente e fisso* (1).

Ma nei mattoni *crudi* s' è egli trovato, è almeno presumibile che trovar si possa, in alcuni casi, di cotesto magnetismo *polare permanente*? Io non ve n' ho trovato giammai (2); e sopra buoni argomenti, facili ad occorrere, non sembra presumibile che vi si possa ritrovare (se non fosse mai in un certo caso, industriosamente procurato, di cui ora non dico altro). Val forse il medesimo della *pura* e *semplice magneticità*, del magnetismo virtuale, *non polare* siccome quello del ferro dolce? Sulle prime in molti mattoni crudi non mi venne fatto rinvenire traccie sicure nè tampoco di cotesto magnetismo. Ma insistendo, animato dai suddetti dettami teorici, a tentare, e mutando i luoghi di provenienza de' mattoni crudi, ne conseguii presto di quelli che, senza alcun dubbio, agivano sull' ago del mio magnetoscopio, uno prima di tutti e superiore a tutti procuratomi alla fornace della Madonna del Pilone, che è a una passeggiata da Torino (3). Tenendo in mano un di cotesti mattoni, *verticale* la sua lunghezza, o, meglio, *paralella* all' asse dell' ago inclinatorio nel piano del meridiano magnetico, ed accostandone successivamente li due capi, inferiore e superiore, all' ago ridetto, rendeansi manifeste in esso mattone le virtù di un magnetismo *di posizione*, per influenza del magnetismo terrestre, *polare*, nord in basso, sud in alto, *transitorio*, *invertibile*, ed invertito subito col capovolgere il mattone medesimo. Magnetismo al tutto consimile a quello, notorio, sviluppato, sotto la stessa influenza del magnetismo terrestre, in una verghetta di ferro dolce; ed a quello pure che io, col medesimo magnetoscopio, riconosceva in arene naturalmente ferrifere alquanto (4), o da me fatte tali col mescolarvi qualche po' di limatura

(1) V. Memoria I.
(2) Id.
(3) Id.
(4) V. Memoria I.

di ferro, e riempiendone de' tubi o vasetti di vetro , opposti indi, nel modo detto, allo strumento. Mattoni crudi , o tubi, o vasetti, oppostivi, invece in altro modo, cioè, tenendone *orizzontali* lor maggiori dimensioni , non più alcuna azione magnetica sensibile o sicura sull' ago di quello scorgevasi.

Soggiungo: che pezzi vistosi bislunghi di *afanite*, di roccie *amfiboliche* , o somiglievoli , così comuni sotto il primo suolo del terreno di Torino, che nulla più (1), presentavanmi, agli stessi due preindicati modi di sperimentare opponendoli all' ago del magnetoscopio, segni *manifestissimi sicurissimi* dei due *insieme* i magnetismi , così di quello *di posizione*, transitorio invertibile, come del *polare*, permanente e fisso.

Ma tornando ai ridetti mattoni *crudi*, chi potrebbe, appresso l' esposto , mettere in dubbio quel che io ne deduco; cioè, che ne' terreni, nelle cave , d' onde s' estraggono le argille od altre terre , più o meno ferrifere sempre o quasi sempre, che li compongono, *il magnetismo di posizione*, sotto la influenza, non mai intermessa e perpetua, del magnetismo dell' intero globo, *vi esista* , *e vi sussista sempre* ? Magnetismo, *quello*, che, si ponderi la cosa, *viene a portare alla superficie, o accosto alla superficie terrestre*, ne' luoghi ove strati, ed ammassi de' predetti terreni abbondano di numero, di profondità, di elevatezza, insomma di estensione e di massa , *a portarvi un polo magnetico* , riproduzione , comunque pallida , quasi riverberazione del lontanissimo polo magnetico del globo per que' luoghi prevalente. Nella stessa o simile guisa che, opponendo noi ad un ago da bussola un polo di forte magnete lontano , collochiamo eziandio fra di essi una sbarra di ferro dolce, diretta secondo la loro più breve distanza; con che otteniamo di portare più o men vicino all' ago, cioè nella sbarra stessa interposta, un polo omonimo al suddetto, generato da questo, riproduzione di questo stesso più o meno deboletta. E come la presenza della interposta sbarra altera, non v' ha dubbio, modifica quella loro

(1) V. Memoria I.

reciproca diretta azione, che succedeva senza questa sbarra di mezzo, e l' altera in modo da accorgercene sol che spostiamo un poco l' ago ; così, indubitabilmente, avvenir dee dell'azione del magnetismo terrestre sui nostri aghi da bussole, ne' luoghi antecedentemente designati, e in grazia della pur designata cagione, de' circostanti o prossimi terreni anco debolmente ferriferi, ma grandemente estesi. Ella è cotesta una deduzione di gran momento, da quella fra tutte le esperienze nostre, la esperienza sul magnetismo scorto negli stessi *crudi* mattoni, che può dirsi la più umile o la meno appariscente, quanto all'entità o intensità dell' osservato effetto, veramente piccolissimo, e facile per ciò a sfuggire all'osservazione. Che la deduzione torni sostenibile, e suscettibile di amplo sviluppo fondato in natura, io lo credo per gli studi che vi mulino da un pezzetto (1); e lo ritengo ancora per gl' incoraggianti pareri di speciali sapienti a cui la comunicai. Non ne dico altro per ora ; anche per non ingolfarmi a dover scriver molto, mentre a stento mi basta il tempo a scriver breve. — Però le osservazioni d' inclinazione magnetica terrestre, alle quali, in terzo ed ultimo luogo, passiamo, verrebbero a favorire, col loro finale risultato, a promuovere la deduzione medesima.

Le esperienze sui mattoni *crudi*, e le conseguenti, sortironmi l' esposto buon effetto verso l' autunno del 1862, in Torino. In Torino stessa, circa un anno prima, io aveva eseguite le mentovate osservazioni di inclinazione magnetica, del risultamento definitivo delle quali non mi sapeva allora capacitare, e dar pace. Il risultamento era: che, in generale, le ben osservate inclinazioni magnetiche, indagate e determinate colla eccellente Bussola di Gambey del Gabinetto di Fisica della subalpina Università, alla sinistra del Po riescivano maggiori di quelle alla destra del medesimo fiume; la differenza delle inclinazioni *minime medie*, dalle due parti, montava a non meno di 21′ o 22′, talvolta a 27, 28 e più ; differenze, contante, non imputabili a sì squisito strumento, e nè alle cure, mi si lasci dire, ed attenzioni

(1) V. Memoria I. e II.

che tutte ponevamo alla determinazione dell' inclinazione, coi migliori e più sicuri metodi; differenze che non si verificavano già, se non chè di 5 a 8′, o 9 al più, fino a che stavasi da una sola e medesima banda, destra o sinistra, del regal fiume, stanziandovi in qua in là l' istrumento, per ciascheduna serie delle richieste osservazioni.

Il dì 8 Settembre 1861 fecersi osservazioni per molte ore, cominciando alle 7 mattina, dalle due parti; a sinistra, da un punto all' altro dello spazioso prato tra l' abitato di Borgo S. Salvario ed il fiume, e tra il viale che dal fondo dello stesso Borgo mena al grande Palagio del Valentino ed il viale del Re; a destra, del fondo, quasi asciutto in quei bei giorni, del torrentello su per la *Collina* nell' angusta valletta *di Sales,* detta colà, volgarmente, *dei Salici*, a 350 metri circa insù dalla strada nazionale da Torino a Moncalieri: il predetto prato dista ben di più dalla stessa strada; ma la distanza *diretta* fra esso prato, e la stazione in quel giorno prescelta nel fondo del torrentello, non arriva per certo ad un chilometro. Scorrendo i miei registri delle osservazioni in discorso parvemi, e parmi, che quelle dell'indicato giorno fossero le più accurate e sicure. Vi fui di continuo aiutato da quell' eccellente Assistente che era il meccanico Costante Jest, cui ebbi già a lodare nella prima Memoria su queste mie fatiche, e cui ho udito, con dolorosa sorpresa, defunto da poco in qua.

Le due inclinazioni magnetiche *minime medie*, dedotte ciascuna da 8 distinte osservazioni, a sinistra, e a destra di Po, nelle due designate stazioni, resultarono rispettivamente....

$$\text{di} \begin{cases} 62^\circ, 40' \\ 62\ , 16 \end{cases}$$

$$\text{Differenza} \quad 0\ , 24'.$$

Lo stesso giorno nell' andare e tornare da una stazione all' altra, passando sul ponte sospeso in fil di ferro, montai due volte la bussola a fianco del ponte stesso, alla sinistra del fiume, circa in quel tale posto, dal quale, altra volta,

avea ammirate le piccole, ma certe, regolari, misurate oscillazioni dell' ago della bussola, nel transitar sul ponte un pajo compagnie di soldati al comune loro passo (1). — Ebbene: la inclinazione minima media in quel posto, dedotta pur essa da 8 osservazioni, resultò di 60°, 40' $^1/_4$; vuol dire egualissima all' altra, resultata dalle osservazioni nel prato. Come adunque? Qui, ch' era lì lì la stragrande massa di ferro del ponte, *medesima* la magnetica inclinazione, che del prato dalla stessa parte, sinistra, di Po; e nel torrentello, alla destra, un' inclinazione *diversa*, sensibilmente minore!

Ho ragione di confidare di poter poscia aggiungere a questo fine dello scritto un bellissimo fregio per tutto il medesimo; una illustrazione di quel solenne sapientissimo ingegno che è il Cav. Uffiz. B. Gastaldi, Professore di Mineralogia nella R. Scuola di Applicazione per gl' Ingegneri in Torino; una illustrazione intorno alla diversità somma, conosciuta, ma da nessuno meglio che da lui, dei due terreni, di destra e di sinistra, della vallata del Po, in quei siti; sopra la quale diversità e confortavami a poggiare una spiegazione della diversità da me ritrovata fra le due rispettive inclinazioni magnetiche. La illustrazione, copiosa e profonda, la udii ben io, con ammirazione, dalla bocca di lui medesimo, in Ottobre del 1862, poco prima che io lasciassi, non senza mestizia, la nobile e grave Torino; ma non saprei io al certo ritraerla, nè pure in ombra. Egli, fra i più benigni encomiatori fautori di questi umili miei studi, vorrà, per sicuro fregiarneli, a instante mia preghiera.

Mi chiamo assai contento di poter in fatto aggiugnere un compendio della preconizzata illustrazione, pervenutomi or ora, all' atto della stampa della Memoria, in una amichevolissima lettera di ....

Torino 14 Maggio 1866.

Il Po, a Torino, corre in un letto profondamente scavato. La riva sinistra, che discende quasi a picco nel fiume,

(1) V. Memoria I.

è tagliata, sur un' altezza di 13 a 14 metri, entro *lo strato diluviale* che forma il sotto e il sopra suolo della pianura, la quale, dolcemente elevandosi a partire dalla sponda del fiume, s' estende fino al piede delle Alpi. Cotesto strato diluviale è composto di elementi (sabbia, ghiaja, e ciottoli talvolta di notevole volume, di 30 o 40 centimetri di diametro per esempio), che provengono, senza eccezione, dalla valle di Susa. Il Po, come vi diceva, è incassato di 13 a 14 metri entro questo strato diluviale, ed è da esso risospinto contro la *Collina*. È inoltre probabile che la grossezza dello strato sia di molto superiore ai 15 ed ai 20 metri; onde estendendosi fino al piede delle Alpi, forma una massa veramente colossale di detriti. Ora fra i ciottoli, di cui è composta, uno su nove o su dieci è di *serpentino*, di *eufotide*, di *anfibolite*, di *diorite*, roccie tutte che, in generale, e nel caso nostro particolare, sono ricche di ferro ossidulato o magnetico; ed è tale cotesta ricchezza che taluno de' ciottoli agiscono sull' ago calamitato ordinario da bussola.

Passiamo sulla destra del Po. Il fiume rade la base della *Collina*, spintovi contro, come vi diceva, dal piano inclinato che discende dal piede delle Alpi. La *Collina*, che si eleva di 300 e più metri al disopra del fiume, è formata di strati marini inclinati, sul versante O di essa, a Nord Ovest, sul versante S, a Est Sud. Questi strati appartengono all' epoca Miocenica. La massa della *Collina* è un' alternanza di letti regolari di *Argilla*, di *Marna*, di *Sabbia*, e fra questi vi sono altresì dei conglomerati di notevole *potenza* (grossezza). È a notarsi che in questi conglomerati sono non meno frequenti i serpentini. Tuttavia, siccome i conglomerati non sono che una minima parte della massa totale della *Collina*, siccome i ciottoli di serpentino non rappresentano che una parte dei conglomerati stessi; ne viene che la massa totale dei ciottoli di serpentino degli strati miocenici della *Collina* torna di gran lunga inferiore a quella che si trova nello strato diluviale sulla sinistra del fiume. V' ha di più. Qui sopra ho notato che tutti i ciottoli dello strato diluviale, giacenti cioè sulla sinistra del Po, provengono dalla Valle di Susa. Ma lo stesso non può dirsi di quelli della *Collina*. Anzi questi ul-

timi provengono da punti diversi; e non tutti, in generale, i ciottoli stessi di serpentino sono egualmente ricchi in ferro magnetico, che quelli dello strato diluviale.

Di qui parmi discendere una naturale competente spiegazione della differenza da voi rilevata nella inclinazione magnetica a Torino, passando dalla sinistra alla destra di Po. Ve ne valete se credete. Addio.

Tutto vostro

B. GASTALDI.

SULL' ESISTENZA NEI TESSUTI ANIMALI DI UNA MATERIA FLUORESCENTE MOLTO ANALOGA ALLA CHININA; DI BENCE JONES.

(*Royal Institution*, Marzo 1866).

I lettori del *Cimento* ricorderanno le ricerche fatte dall'Autore l'anno scorso per mostrare per mezzo delle strie dello spettro la rapidità con cui piccolissime dosi di litio o di sali di questo metallo, entravano in circolo e penetravano in tutte le parti le più minute di un animale. L'Autore ha voluto ricercare se anche la chinina s' introduceva egualmente nei tessuti animali e per scoprire questo alcaloide ebbe ricorso alla bella scoperta di Stokes della fluorescenza, proprietà di cui gode la chinina e che consiste come si sa nella variazione di refrangibilità che i sali di chinina ed altri corpi producono nei raggi luminosi. Per questa proprietà una carta imbevuta di una soluzione di solfato di chinina sulla quale si riceve uno spettro solare diventa luminosa al di là dell'estremità violetta dello spettro e prende un bel colore violetto, sopra tutto se lo spettro è di luce elettrica.

L'Autore ha cominciato dal determinare il grado di sensibilità di questo reagente del chinino ed ha trovato usando la luce elettrica dell'apparecchio di Rhumkorff che basta $\frac{1}{300000}$ di un grano di solfato di chinina per rendere fluorescente la soluzione. In altre esperienze fu trovata una sensibilità di questo reattivo anche maggiore. Così un grano di solfato di chinina sciolto in un milione quattrocento quaranta quattro parti d'ac-

qua dà una soluzione fluorescente. Comincia l'Autore dal dare il sale di chinina a un piccione e tratta poi gli organi dell'animale ucciso, con acido solforico e trova un liquido fluorescente. La scoperta consiste in ciò che in un altro piccione a cui non fu dato chinino si ottenne pure una soluzione fluorescente. Quindi la conclusione che una materia analoga alla chinina esiste in tutti gli animali.

Si vide anche che come quel sale di chinina, anche la *chinina degli animali* perde la fluorescenza trattata coll'etere.

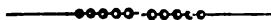
Queste esperienze furono ripetute in tutti i tessuti dei piccioni e dell'uomo e con eguale risultato.

L'Autore ha fatta anche una serie di ricerche per determinare quanta chinina ci vuole per produrre la stessa fluorescenza della chinina così detta animale. Abbonda quest'ultima nel fegato ed è scarsissima nei polmoni e nella milza. Quale è mai questa materia tanto diffusa negli animali che somiglia alla chinina? Qui l'Autore risponde facendo delle ipotesi che noi sopprimiamo e che si riducono a supporre la chinoidina animale procedente dall'albumina per una specie di riduzione. Introdotti quattro grani di solfato di chinina nel sangue di un animale essi passano rapidamente in tutti i tessuti e la fluorescenza si manifesta sopratutto nel fegato e dopo tre ore il massimo effetto della chinina è ottenuto. Questo massimo persiste per 6 ore e non è più sensibile la chinina dopo due giorni. Quindi è a credere che la chinina introdotta penetri tutte le parti del corpo, s'unisca colla chinina naturale con cui ha analogia e che costantemente si forma e soffre un ossidazione. L'Autore suppone che in piccole dosi la chinina faccia come l'alcole cioè rallenti i cambiamenti chimici delle sostante azotate e indi anche delle idrocarbonate. L'accresciuta resistenza dei tessuti e del sangue a bruciare per un eccesso di chinina o di alcole sarebbe analogo a quella malattia ancora indefinita che i medici chiamano *uremia.*

Da questi esperimenti l'Autore nutre speranza di potere arrivare a scoprire la causa e la cura delle febbri terzane.

Assumendo che una sostanza simile alla chinina esiste nei tessuti in stato di salute, non potrebbe la sua rapida distruzione per l'effetto del miasma produrre la terzana? Forse

il chinino guarisce la terzana creando una sostanza che rallenta i cambiamenti dei tessuti? La proprietà dell'arsenico di preservare le sostanze organiche non potrebbe spiegare la sua proprietà di guarire la terzana? Sono ipotesi.

L'Autore cita in ultimo le esperienze già conosciute le quali provavano che la lente cristallina degli occhi gode grandemente della proprietà di essere fluorescente. Quando un occhio è portato nel foco dei raggi ultra violetti, immediatamente la cornea e la lente si vedono risplendere di una luce bianco-bluastra.

DEI MOVIMENTI VIBRATORII PRODOTTI NEI CORPI CONDUTTORI DALL' AZIONE COMBINATA DEL MAGNETISMO E DELLE CORRENTI DISCONTINUE; DI A. DE LA RIVE.

Sono quasi venti anni che l' illustre Fisico ginevrino scoprì che verghe metalliche in presenza di una forte calamita producevano un suono distinto allorchè erano traversate da una corrente elettrica discontinua. Questo suono è analogo a quello che si ottiene senza l' azione dell' elettro-calamita nei corpi magnetici, come il ferro, allorchè sono traversati da una corrente discontinua. Così tutti i corpi conduttori sotto l' influenza della calamita acquistano la proprietà che hanno il ferro e tutti i metalli magnetici di produrre un suono, se traversati da una corrente discontinua.

L' Autore ha voluto ricercare se questi effetti potevano essere prodotti da un' azione fra la calamita e il conduttore elettro-dinamico, cioè da' movimenti e urti del conduttore contro l' elettro-calamita, rapidissimi e producenti un suono. Ma l' esperienza ha dimostrato che questi suoni si ottengono anche con verghe grossissime; che poco variano colle dimensioni delle verghe, e che si producono anche in un conduttore liquido come sarebbe un tubo di gutta-perca pieno di mercurio. L' Autore ha anche provato che dei tubi di vetro o di gutta-perca pieni di polveri metalliche finissime producono un suono.

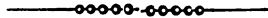
Così è messo fuori di dubbio che il suono non è l' effetto di un' azione meccanica esterna, ma che deve essere attribuito ad un moto vibratorio molecolare.

L'esperienza con cui crede l'Autore di avere trovato l'origine di questo fenomeno, consiste nel disporre sopra una lastra di vetro delle polveri metalliche finissime o di coke. Nel momento in cui si fa passare la corrente dell'apparecchio di Rhumkorff in questo conduttore di polvere, avendo nel circuito introdotto uno strato d'aria rarefatto e facendo agire l'elettro-calamita, si formano nella polvere degli strati o gruppi di onde che oscillano continuamente. Intanto la massa produce un suono e si veggono anche delle scintille o delle scariche luminose fra particelle e particelle. Vi sono dunque nella propagazione della corrente attraverso una massa di polvere delle scariche molecolari, cioè tanti piccoli archi voltaici, più o meno luminosi, secondo l'intensità della corrente elettrica, la natura del conduttore, e il suo diverso stato d'aggregazione. Questi fenomeni devono avvenire anche in un filo metallico e il passaggio di una corrente produrrebbe effetti di una stessa natura e solo diversi di grado passando da un conduttore discontinuo, o formato da un conduttore di polveri a un filo metallico. Quando questo conduttore elettro-dinamico è nel momento stesso sotto la calamita, le particelle si spostano e si orientano e per l'azione discontinua dell' elettricità quei movimenti divengono un moto oscillatorio e quindi danno un suono.

Malgrado queste nuove ricerche dell'illustre Fisico di Ginevra non si potrebbe dire che il fenomeno è intieramente spiegato. Il Prof. Magrini ci mostrò ultimamente in una delle conversazioni scientifiche di questo Museo di fisica e di storia naturale, un'esperienza del genere di quelle riferite, ma che non può essere così facilmente interpretata. Consiste l'esperienza nel tendere un filo di ferro di 3 o 4^{mm} di diametro per otto o dieci volte da una parete all'altra di una grande sala. Facendo passare per questo filo una corrente di 40 o 50 elementi di Bunsen interrotta rapidamente con un reotomo posto in una stanza lontana si ha dal filo di ferro un suono fortissimo.

Non è probabile che il fenomeno dipenda dalla direzione in cui il filo è teso e si sa che la magnetizzazione del filo di ferro in traverso al filo deve essere molto debole. L'azione dovrebbe essere fra le tante piccole calamite create in traverso dal passaggio della corrente e il conduttore elettro-dinamico

che sarebbe lo stesso filo di ferro, però disposto normalmente alle calamite e quindi senza tendenza a metterle in movimento. Forse l'effetto non dipende tanto dallo stato magnetico quanto da una condizione molecolare e dalla vibrazione delle molecole sotto il passaggio della corrente. Ma queste sono ancora ipotesi e speriamo che le esperienze del Prof. Magrini le schiariranno.

C. M.

CONTINUAZIONE DI RICERCHE SUL PANCREAS E SULL' UMORE PANCREATICO; PER G. ALBINI.

(Memoria letta all' Accademia R. delle Scienze di Napoli).

Primo esperimento.

In un grosso cane da presa, che il giorno innanzi aveva avuta la sua solita razione di pane e carne e che alle ore sei antimeridiane del giorno dell' operazione aveva mangiato una buona porzione di carne cotta e pane, si praticò verso le ore 11 antimeridiane, con tutte le regole dell' arte e con sufficiente sollecitudine, una fistola temporaria del dotto principale del pancreas, in cui venne introdotta e fissata una cannuletta metallica. Riuniti i bordi della ferita mediante punti di cucitura, rimaneva sporgente all' esterno l' estremo libero della cannuletta da cui in principio usciva a stento ed a rare gocce un liquido bianco-gialliccio, molto denso, filante ed alcalino.

Verso le tre pomeridiane, cioè quattro ore dopo, dell' operazione, e nove dopo del pasto, fluiva in maggior abbondanza un liquido meno denso, più chiaro ma ancora un poco opalescente ed alcalino, che osservato al microscopio presentava delle goccioline di grasso e de' granelli agglomerati come in coaguli.

Alle quattro e mezzo si lasciò libero l' animale e si posero a digerire nel succo ottenuto dei cubetti d' albume d' uovo.

Il liquido era stato raccolto in due piccoli tubetti d' assaggio a pareti sottilissime.

Il tubetto contenente il succo raccolto nelle prime ore, e che si distingueva per essere più torbido, venne segnato col n.° 1; col n.° 2 si segnava l' altro tubetto colla seconda porzione del succo medesimo.

Alle 5 pomeridiane vennero posti nella macchina d' incubazione riscaldata a circa 35 R^r. Verso le nove pomeridiane si tolsero dalla macchina. I cubetti d' albumina contenuti nel primo tubetto si mostravano leggermente intaccati negli angoli e spigoli; sembravano anche più piccoli. Nessun odore disaggradevole. Nessun cambiamento si poteva scorgere ne' cubetti di albumina posti nel 2.° tubetto.

Alla mattina del giorno appresso si riposero i tubetti nella stufa.

Verso mezzodì; dal 2.° tubetto emanava un ingrato odore di putrefazione, mentre i cubetti d' albumina contenuti non si mostravano affatto intaccati; nel tubetto n.° 1 i cubetti eransi fatti assai piccoli.

Verso sera dello stesso giorno si erano interamente sciolti i cubetti di albumina nel tubetto n.° 1 (1), ed alla mattina del giorno seguente si avvertiva appena un leggiero odore disaggradevole di putrefazione (2). Questo tubetto si lasciò ancora nella stufa per esaminarlo di tanto in tanto. La putrefazione vera si manifestò nelle ore antimeridiane del quarto giorno da che era stato raccolto.

Sul fondo del tubetto vi era alla mattina del terzo giorno un precipitato bruno e fioccoso, che si spappolava e si sospendeva nel liquido quando si agitava, ed un deposito attaccato al fondo, bianco, polveroso che al quarto giorno aveva un aspetto cristallino; e che osservato al microscopio si vedeva formato di bei cristalli lucidi, aghiformi raccolti in manipoli (Leucina?).

Il mansueto animale non soffrì gran fatto per l' operazione; verso le 5 pomeridiane del giorno in cui fu operato mangiò di buon appetito una zuppa di pane e bevette acqua. Alle 5 antimeridiane del giorno seguente smaltì senza perder tempo una costoletta di pecora arrostita ed un poco di pane.

(1) La reazione era ancora alcalina.
(2) » molto alcalina.

La cannuletta era ancora fissata nel dotto pancreatico; l'animale lambiva di tanto in tanto la ferita, ma con tale delicatezza da non strapparne il tubetto metallico sporgente.

Verso le 11 antimeridiane, cioè 6 ore dopo del pasto e 24 dall'operazione, si vedeva fluire liberamente il succo pancreatico e s'incominciò a raccoglierlo.

Dalle 11 alle 3 si ebbero da sei in sette grammi di succo.

Il succo raccolto venne diviso in tre tubetti segnati 1.°, 2.°, 3.°.

Nel 1.° si posero dei pezzetti di carne cotta, la quale era stata per 24 ore nel succo gastrico di un cane ma che non ne era stata intaccata.

Nel 2.° due pezzetti di albumina cotta.

Nel 3.° olio neutro ed albumina cotta in pezzetti prismatici.

Alle 3 30 pomeridiane si posero nella stufa a circa 35 R.r insieme ad un quarto tubetto contenente acqua ed olio neutro.

Alle 9 pomeridiane si osservarono i tubetti e si osservò quanto segue.

Il tubetto contenente olio neutro ed acqua, come era da aspettarsi, non presentava alcuna alterazione; l'olio galleggiava sull'acqua ed era ancora neutro.

Il tubetto segnato 3, cioè quello che conteneva succo pancreatico, olio ed albumina cotta, presentava poche gocce d'olio neutro galleggiante alla superficie d'un'emulsione leggermente acida. Nessùn odore. I cubetti d'albumina forse un poco rammolliti, ma ancora intatti negli angoli e spigoli e di color bianco.

Il tubetto n.° 2 con succo pancreatico e pezzetti d'albumina presentava un liquido piuttosto torbido (1) fetente, a reazione alcalina; i cubetti d'albumina un poco rammolliti, cogli angoli e spigoli ottusi, mentre erano acuti quando vennero posti nel succo; raffreddandosi si formava sul fondo del tubetto un precipitato mucoso come di albumina semiliquida.

Il tubetto n.° 1 in fine conteneva parimenti un liquido tor-

(1) N. B. Il succo pancreatico raccolto il secondo giorno era bastantemente limpido.

bido, di cattivo odore, la carne si era scolorata ed era divenuta friabile. La reazione era alcalina.

La manifesta putrefazione fece sospendere gli esperimenti, ed essendo caduta la cannula dalla fistola nella notte del 2.° al 3.° giorno non si è potuto più raccogliere il succo da questo animale, che guarì perfettamente in pochi giorni.

Secondo esperimento.

Ad un cane volpino (da cocchiere) di alta statura fu praticata una fistola pancreatica mentre era in piena digestione. I vasi chiliferi varicosi perchè pieni di chilo bianco, il pancreas roseo (1).

Dalla cannuletta di packfond fissata nel dotto principale della glandola usciva a gocce perlacee l'umore pancreatico. Esaminata più volte la reazione si trovò costantemente alcalina.

Dalle 11 antimeridiane (subito dopo terminata l'operazione) fino alle 3 $^1/_2$ pomeridiane si raccolsero circa due grammi di succo.

Una porzione di succo andò dispersa perchè mescolata col sangue della ferita.

Il succo pancreatico ottenuto da questo cane fu posto in un'eprovetta a pareti sottili con un pezzetto prismatico d'albume cotto, che dopo cinque o sei ore si mostrava intaccato agli angoli e spigoli, ma non si sciolse interamente, sebbene avessi tenuto il tubetto costantemente in seno ove era fissato e protetto mediante una fascia.

Il giorno appresso non aveva odore disaggradevole, ma l'albumina non era disciolta.

Alla mattina del terzo giorno si manifestava la putrefazione; l'albumina aveva acquistato un colore giallo-bruno, il liquido si era fatto torbido e più oscuro.

Il cane si strappò la cannuletta appena fu posto in libertà; soffrì per la operazione, rifiutò dapprima il cibo ma bevette molt' acqua; il giorno seguente era in miglior condizione, man-

(1) Il cane aveva mangiato pane e carne la sera innanzi, ed un' eguale razione di cibo ebbe pure alle 6 del mattino del giorno dell' operazione.

giò un poco di carne che vomitò subito dopo. A poco a poco si ristabilì, ma in fine venne ucciso per alcune esperienze durante gli esercizi pratici degli studenti.

Terzo esperimento.

Praticata una fistola pancreatica in un grosso cane da caccia nel periodo di digestione e d'assorbimento intestinale. Il cane era inquieto.

Fatta l'incisione nelle pareti addominali uscirono alcune anse intestinali insieme al duodeno ed al pancreas. I vasi chiliferi erano pieni di chilo bianco ed il pancreas roseo, iniettato. Riposte le altre anse ed isolato ed inciso il dotto pancreatico, v' introdussi una cannuletta di packfond, la quale venne fissata mediante un filo stretto intorno al dotto e con un punto sulla sierosa del duodeno; poscia si chiuse la ferita.

Il succo che usciva si raccoglieva facilmente esercitando una suzione mediante un tubo capillare di vetro che si applicava all'apertura della cannuletta. L' umore era abbastanza liquido, bianco-giallognolo, non del tutto trasparente, alcalino; col raffreddarsi si faceva piuttosto torbido e col tempo depositava una gelatina bianchiccia.

In tre ore circa si ottennero da due in tre gramme di succo. Siccome l'umore era stato raccolto in due tubetti, così versai nel primo tubetto il liquido che si trovava nell' altro e poscia una piccola quantità d' acqua distillata che aveva servito per lavare il secondo tubetto. Portai meco a casa nel solito modo il tubetto contenente tutto il succo leggermente diluito per l'acqua aggiuntavi.

Alle 5 pomeridiane posi nel tubetto un piccolo prisma d'albume cotto di fresco e lo riposi in seno.

Verso le 8 pomeridiane osservai che l'albumina era assai intaccata, e d'ora in ora il prisma andava facendosi più piccolo, finchè alle 11 $^{1}/_{2}$ della stessa sera era affatto sciolto e scomparso.

Deposto il tubetto trovai alla mattina del giorno seguente che tutto il liquido erasi fatto torbido, lattiginoso per granelli bianchi sospesi e che difficilmente si depositavano.

Verso un' ora pomeridiana si avvertiva un leggiero odore d' uova fracide.

Il giorno seguente il cane venne medicato; stava bene e mangiava di buon appetito.

Il terzo giorno continuava a star bene; la ferita aveva un bell' aspetto disponendosi alla cicatrizzazione. Nel centro della ferita si scorgeva il residuo della cannuletta fissata nel dotto e che io aveva rotta a metà perchè non sporgesse oltre i lembi della ferita, onde impedire che il cane la strappasse coi denti.

La cannuletta era pervia, per cui si vedeva uscire il succo molto fluido, alcalino, in principio sanguinolento ma poi limpido.

L' animale aveva mangiato verso mezzodì; l' umore si raccoglieva dalle tre alle quattro pomeridiane.

Avrei raccolta una maggior quantità d' umore se non fosse caduta la cannuletta per stiramento prodotto divaricando i bordi della ferita.

La prima porzione di succo, che era mescolata con poco di sangue, non intaccò affatto un pezzetto prismatico d' albume cotto.

La seconda porzione, che era limpida, diede una parziale digestione dell' albumina che posi nel tubetto.

Ambedue questi tubetti furono tenuti come nel 2. esperimento alla temperatura del corpo portandoli su di me stesso come ho già indicato.

Al quinto giorno il cane stava bene ed aveva un buon appetito. Nutro speranza che si possa stabilire una fistola permanente.

Il succo che ho potuto raccogliere dal foro fistoloso profondo è torbido, sanguinolento ed alcalino; finora lo trovai dotato soltanto di potere saccarificante sulla colla d' amido. Non ascrivo gran valore a questo risultato perchè il succo era troppo impuro.

Quarto esperimento.

Praticata una fistola pancreatica in una cagna di piccola statura, di razza volpina, digiuna assolutamente da 24 ore.

Estratta l' ansa duodenale col pancreas si trovò che questa glandola era rosea come quella d' un animale in digestione sebbene i chiliferi fossero vuoti (1)

Dalla cannuletta fissata nel dotto usciva a goccia a goccia un umore limpido, molto alcalino, che raffreddandosi si faceva torbido.

L' operazione era finita alle ore 11 $^1/_2$ antimeridiane e fino all' 1 $^1/_2$ si è potuto raccogliere un grammo e mezzo di succo pancreatico; dall' 1 $^1/_2$ fino alle 3 $^1/_2$ la secrezione si attivò maggiormente, ma il liquido raccolto era meno denso di prima.

Il succo raccolto dall' 11 $^1/_2$ alle 3 $^1/_2$ fu posto in un tubetto di vetro con un cubo d' albumina e portato in seno per osservare gli effetti del succo sull' albumina.

Lo stesso si praticò con una porzione del succo gastrico, il quale alla mattina del giorno seguente aveva digerito il prisma d' albumina, mentre il succo pancreatico non l'aveva punto intaccata. Verso mezzodì del secondo giorno il succo pancreatico col pezzetto d' albumina dava già un odore disaggradevole.

Questo succo pancreatico non aveva anche avuto alcun potere diastatico sulla colla d' amido

Non cito qui i risultati delle esperienze fatte sopra altri cani da me operati nel corso di questi due mesi, poichè le operazioni riuscirono incomplete, sia per le cattive condizioni degli animali, come per l' impossibilità di poterli osservare a tutte le ore del giorno e della notte onde cogliere il momento più opportuno per raccogliere il succo dalle fistole.

(1) Alle 4 pomeridiane venne ucciso l' animale mediante puntura del quarto ventricolo; si notò il ventricolo assolutamente vuoto di cibo, ma contenente molto succo gastrico, limpido, giallo citrino, acidissimo, non mescolato nè a muco nè a saliva. Molti ascaridi si trovarono nello stomaco e negl' intestini. La porzione inferiore del tenue era popolata alla lettera da innumerevoli strongili. L' intestino non conteneva traccia alcuna di alimento e perfino poche masse fecali. Il dotto toracico conteneva poca linfa limpida.

Da quanto ho enunciato resta pertanto stabilito anche per le mie ricerche che il succo pancreatico dei cani può sciogliere, prima di putrefare, l'albume d'uovo cotto; mi sembra anzi che il succo pancreatico nello sciogliere queste sostanze perda la sua tendenza a putrefare. Non posso aggiungere alcun che di nuovo intorno alle proprietà chimiche ed attività fisiologiche di questo succo, poichè non considero a ciò sufficienti i pochi esperimenti finora fatti, e dirò soltanto, che ho potuto constatare quanto vien detto da altri autori, cioè che il succo pancreatico è più alcalino e fluido negli animali digiuni che negli animali in digestione; che durante la soluzione dell'albumina non si fa acido, come vorrebbero alcuni, ma si mantiene sempre alcalino e che una volta incominciata la putrefazione il liquido si fa bruno e perfino nero sebbene l'umore pancreatico e le sostanze poste in digestione sieno affatto incolori.

La debole forza di secrezione dell'umore pancreatico non può essere sì facilmente determinata mediante un manometro, poichè, come sappiamo, la glandola presenta due dotti escretori, uno grande e l'altro piccolo, che si anastomizzano nel parenchima della glandola mediante le loro ramificazioni. L'uscita del succo dal dotto escretore è favorita dai movimenti della respirazione e precisamente dall'inspirazione, per cui in alcuni momenti si fa veramente ritmica uscendo una goccia d'umore ad ogni inspirazione che fa l'animale. Molte volte l'uscita dell'umore sembra arrestata, e per attivarla basta l'applicazione di un tubetto capillare all'apertura della cannuletta introdotta nel dotto. Questo fatto che ho ripetutamente provato e l'altro che nei cani anche digiuni scorre sempre l'umore pancreatico appena aperto il dotto e praticata la fistola, mi fa credere che la secrezione e l'escrezione del succo pancreatico sieno continue come continuo è il flusso della saliva. Ciò non esclude per altro le solite varianti d'intensità.

———ooooo-ooooo———

INFLUENZA LUNARE SULLA TEMPERATURA DELLA TERRA.

DI P. HARRISON. PRO. R. SOCIETY. APRILE 1865.

L' Autore crede che il numero delle serie non interrotte di osservazioni termometriche per diversi giorni di fasi lunari per lo spazio di cinquant'anni fatte in Irlanda sia tale da non lasciare più dubbio sui resultati che se ne possono dedurre.

Si sà che anche Glaisher ha fatto ricerche simili per le osservazioni fatte a Greenwich dal 1814 al 1846. Il Sig. Glaisher dalle tavole di media temperatura di 520 *lunazioni* fra il 1814 e il 1856, ha dedotto che la massima media temperatura si riscontra nella prima metà della lunazione e la minima media temperatura nella seconda metà, la differenza fra questo massimo e minimo è di 1° 7. L' Autore sopra 99 lunazioni trova che la massima media temperatura si riscontra nella prima metà della lunazione al primo quarto della luna e la minima media temperatùra nella seconda metà. La differenza fra il massimo e il minimo è di 3° 5.

Passando alla ricerca della spiegazione di questi risultati l'Autore comincia dal riconoscere che essi non possono procedere da calore che derivi direttamente dalla luna. Anche senza ricorrere alle osservazioni di Melloni e più recentemente a quelle di Piazzi sul Teneriffa le quali dimostrano che la luna non può esercitare sulla terra nessun calore sensibile, questa influenza diretta rimane esclusa dal vedere che la

più alta temperatura avviene al primo quarto cioè giusto al momento in cui si deve supporre che la luna ha perduto tutto il calore che ha ricevuto dal sole e che la faccia opposta alla terra non è stata soggetta all' azione solare per un tempo sufficiente perchè il calor radiante della luna eserciti un' azione sensibile sopra la nostra atmosfera.

Esclusa così questa influenza diretta del calore lunare nella produzione dei risultati ottenuti, l' Autore cerca una spiegazione in un altro risultato meteorologico il quale sarebbe che il massimo di nuvoli, di pioggia, di venti umidi avviene nella prima metà della lunazione, cioè quando le curve lunari indicano calore e un minimo di nuvoli, di pioggia con venti secchi nella seconda metà della lunazione. Ora non è difficile di coonestare questi due fenomeni e tutti i giardinieri conoscono il fatto che il calore è tenuto sul suolo dalla presenza delle nubi, fatto che Tyndall ha spiegato colle sue esperienze sulla trasmissione del calore nei gas e nei vapori.

Resta ora a sapere, dice l' Autore, *se la dispersione delle nubi sia dovuta al calore raggiante della luna.* Herschell ha stimato il grado di calore acquistato dalla luna come eguale al punto di ebullizione dell' acqua; esso crede che la radiazione di questo calore sarebbe sufficiente per disperdere le nubi nelle regioni superiori dell' atmosfera. Si può supporre che questo grado di calore sia la misura del calore della luna al periodo dell' opposizione. Ma questo massimo non avrebbe luogo che qualche giorno dopo l' opposizione; perchè la luna, presentando sempre la stessa faccia alla terra, la superficie direttamente opposta a noi non arriverà al suo massimo calore, che nell' ultimo quarto, giacchè a quell' epoca avrà non solamente ricevuto i raggi solari per un numero doppio di giorni di quelli in cui quella superficie è stata riscaldata al tempo dell' opposizione, ma anche la regione vicina all' est recentemente illuminata e riscaldata per 14, 13 e 12 volte la lunghezza del nostro giorno di 24 ore (malgrado l' assenza attuale di quei raggi) irradierà ancora il calore che ha assorbito e che si può presumere avere penetrato a una profondità, tenendo conto della velocità del movimento della luna, commensurabile col tempo che è stata esposta al sole.

In quanto all' epoca della minima temperatura della luna non si può dubitare che l' assenza di un' atmosfera qualunque, deve accrescere grandemente l' azione della radiazione lunare; nondimeno, non si può credere che la massa di calore versata sulla luna giorno e notte per tanti giorni consecutivi senza interruzione, possa essere così presto dissipata. Sarebbe più conforme alle analogie della meteorologìa terrestre, immaginare che lo stato di freddo nella luna sia prolungato al di là del ritorno della radiazione solare, e per conseguenza, che nessun calore della superficie della luna possa arrivare al limiti della nostra atmosfera nel primo quarto.

Sarebbe anche strettamente in accordo coll' analogia, se fosse trovato che il periodo voluto perchè la crosta superficiale della luna arrivi al suo massimo calore, è più grande di quello voluto per ritornare al suo minimo. E vi è qualche ragione di credere che questo si verifichi; e come la media temperatura dell' anno arriva al suo massimo a Grenwich verso la fine di luglio, cioè molto tempo dopo il solstizio d' estate, e il minimo accade nella metà di Gennajo gli intervalli fra il massimo e il minimo, e fra il minimo e il massimo essendo come 5 . 5 a 6 . 6, così si trova nelle tavole e curve di temperatura lunare per 43 e 50 anni, un intervallo più lungo fra il giorno di massimo calore nel 1° quarto lunare, e il giorno di minimo calore dell'ultimo quarto, che fra i giorni di minimo e massimo. Assumendo, dunque, che la terra e la luna assorbiscano ugualmente calore, tenendo conto nel caso della terra, dell' azione alternata diurna della radiazione solare e terrestre. e, nel caso della luna, dell' alternativa prolungata due volte il mese della radiazione solare e lunare, se consideriamo la porzione della curva fra i giorni di massimo e di minimo come rappresentante il periodo durante il quale il calore della luna cresce, e la porzione della curva fra i giorni di minimo e massimo come rappresentante il periodo nel quale la temperatura della luna diminuisce, le stesse cause operando sui due pianeti, ne verrebbe che esistono prove sufficienti che gli effetti sono simili nei due casi.

DELLE ULTIME FIBRE NERVOSE DISTRIBUITE NEI MUSCOLI E IN ALTRI TESSUTI CON OSSERVAZIONI SULLA STRUTTURA E SUL MODO PROBABILE DI AGIRE DEI NERVI; LETTURA (CROONIAN LECTURE FOR 1865) FATTA DAL SIG. BEALE ALLA SOCIETA' REALE DI LONDRA.

È questo il tema di una lettura che in Inghilterra si chiama *Croonian* dal nome del fondatore di un premio da darsi all'Autore della lettura stessa che nel 1865 fu un fisiologo ben conosciuto, il sig. Beale Professore di Fisiologia nel *Krug's College* di Londra.

Noi non ci proponghiamo nè di dare una traduzione nè un estratto completo di questo grande lavoro, contentandoci per ora di annunziarne alcuni punti di un' importanza generale.

Prima di procedere all' oggetto speciale della lettura, l'Autore presenta alcune considerazioni sulla contrattilità. Questa parola, egli dice, è stata usata ultimamente per significare certi movimenti dell' organismo vivente che a lui sembrano molto distinti nella loro intima natura, dalla contrattilità propriamente detta, non potendo considerare i moti di un *amebia* o di un corpuscolo bianco di sangue come quelli che si manifestano in un muscolo.

L' Autore illustra con alcuni disegni i particolari che avvengono in una massa di materia germinale, il sollevarsi e l'agitarsi di alcuni punti della massa organica come nell' amebia nello stesso tempo in cui tutta una massa si muove in una determinata direzione.

Ora è difficile di ammettere che il cambiamento di forma che avviene in una massa di materia vivente sia dovuto ad un agente esterno: per quanto si può conoscere dall' osservazione questo movimento è primitivo e dipende da forze attive inerenti nelle materie stesse. Questa forma di moto non fu spiegata sin qui e siccome cessa colla morte di quella materia è ragionevole di dedurne che essa è collegata cogli altri fenomeni proprii della materia vivente. Per ciò l' Autore chiama quel fenomeno movimento *vitale* per distinguerlo da qualunque altro movimento conosciuto, e sotto quella denominazione comprende i moti giratori del protoplasma di certe cellule vegetabili e il moto delle masse della materia germinale nei vari tessuti animali.

A questo punto l'Autore aggiunge una nota che ha un'importanza generale e su cui vogliamo fermarci.

L' Autore ritiene che non sia dimostrato che questi movimenti si possono attribuire a una *forza ordinaria* e considera come contrario ai progressi veri della Fisiologia lo spirito che domina secondo lui, nella Fisiologia moderna di attribuire cioè i fenomeni tutti dei corpi viventi all' azione delle forze ordinarie. Egli condanna l' esagerazione fatta in questa direzione e considera come dannoso al progresso vero della Fisiologia la sollecitudine usata ad impiegare un linguaggio positivo e preciso in casi nei quali quel linguaggio non è conforme poi ai fatti e ricorda di avere attirata l' attenzione dei dotti sopra certi fatti dell' organismo vivente che non potranno mai essere spiegati dalla Fisica e dalla Chimica. Egli cita come esempio l' aver messo innanzi per spiegare i fenomeni della cellula il meccanismo molecolare della cellula. Ora è certo, dice l'Autore, che le proprietà della cellula sono indipendenti da un meccanismo propriamente detto, giacchè questa *vivente macchina* non è àltro che una massa piccolissima di materia trasparente, senza colore, dotata di proprietà fortissime, nella quale la materia è scomposta e ricomposta senza che a noi sia dato colla macchina più perfetta possibile di fare qualche cosa di simile. I fenomeni che avvengono nella materia vivente le sono proprii, non possiamo spiegarli, non abbiamo fatto alcun passo per produrre materia che possegga le proprietà vitali, e

perciò dobbiamo distinguere questi fenomeni colla parola di *vitali*

Per noi che abbiamo impiegato tanti anni e non senza qualche frutto a studiare le applicazioni della Fisica alla Fisiologia e che abbiamo, forse per i primi raccolte queste applicazioni in un libro che ebbe l' onore di essere tradotto in inglese e commentato dal Dott. Pereira, è debito di non lasciare senza alcuna replica queste considerazioni del nostro Autore. Certo non è conforme ai principii della filosofia naturale e alle regole del metodo sperimentale di attribuire alle stesse leggi e cagioni dei fenomeni fisici e chimici quelle proprietà dell' organismo vivente che non risultano evidentemente una conseguenza di quelle leggi e di quelle cagioni. Peggio è poi se in mancanza di analogie ben stabilite dalle esperienze si fa consistere questa spiegazione nell' attribuire arbitrariamente i fenomeni alle forze ordinarie. Non è col mettere in giuoco le forze ordinarie o straordinarie che si chiamino, che un fenomeno qualunque si spiega: le forze considerate astrattamente sono ipotesi o tentativi di generalizzazione e nel modo stesso che l' attrazione non significa altro che la legge di Newton, la forza vitale non ha alcun significato se non quello che avrebbero le leggi fisiologiche se fossero conosciute. Noi abbiamo sempre riconosciuto che nella cellula, nell' uovo, nel seme vi era qualche grande mistero che la scienza non aveva anche svelato e che chi sa mai quando sarà svelato : d' altra parte però come si può sul serio negare che i fenomeni della capillarità, dell' imbibizione, dell'endosmósi non entrino per molta parte nelle funzioni d' assorbimento e di secrezione degli animali e dei vegetabili ? Come si può negare che la dissoluzione dell' amido e il suo cangiamento in dextrina e in zucchero che avvengono nello stomaco di un organismo vivente non sieno fenomeni analoghi a quelli che insegnano la chimica. E lo stesso si deve dire della digestione delle materie grasse e delle azotate. Quando poi si studia la produzione del calore, dell' elettricità, della forza muscolare in un animale di confronto ai fenomeni chimici della respirazione e si misurano e si paragonano fra loro questi fenomeni, è impossibile di non riconoscere che le leggi generali della Fisica e della Chimica s' applicano ad un *animal eugine*, come ad una locomotiva o

ad un motore elettro-magnetico. In conclusione, nelle funzioni dell' organismo vivente intervengono sicuramente le leggi fisiche e chimiche, cioè, leggi che ci sono ben conosciute e quando ci mettiamo a studiare le proprietà o le funzioni di un vegetabile o di un animale, studio che non possiamo fare che coi metodi stessi della Fisica e della Chimica la prima ricerca che dobbiamo fare è di sapere quanta parte hanno le leggi fisiche e chimiche in quel fenomeno, lasciando così ad ulteriori studii e a nuovi progressi della Fisica e della Chimica la spiegazione, cioè la riduzione sotto leggi conosciute della parte rimasta fuori della Fisica e della Chimica e che si può chiamare *parte vitale.*

Torniamo ora agli studii del Sig. Beale. L'azione *ciliare* è un fenomeno secondario dice l' Autore dovuto ai cangiamenti che hanno luogo dentro la cellula, ma probabilmente connessi colle correnti eccitate dalla materia germinale e dalla tensione così modificata nella cellula. Certo è che il moto ciliare è indipendente dall' azione nervosa e dall' influenza del mezzo circostante, e non può riguardarsi come un moto vitale. Nella prossimità delle cellule *ciliari* si osservano cellule con bocca aperta da cui passano muco e altre materie formate dentro la cellula. L'Autore conclude, che i movimenti ciliari dipendono dai cambiamenti che accadono nell' interno della cellula, sotto l' influenza del nucleo o della materiale germinale vivente.

I movimenti delle granulazioni o particelle insolubili da una parte all' altra di una cellula sono probabilmente dovuti alla modificazione nella direzione della corrente che si fa dall' interno della cavità ai tessuti o dai tessuti circostanti verso la cellula. Se i capillari fossero pienamente distesi, il fluido passerebbe attraverso delle loro pareti e passerebbe nelle cavità delle cellule e così si avrebbe la diffusione delle particelle insolubili in tutte le parti della cellula: d'altra parte, se i capillari fossero ridotti di diametro e diminuita la pressione laterale contro le loro pareti vi sarebbe una tendenza dei fluidi e dei loro tessuti a penetrare nell' interno dei vasi. In questo caso la quantità del fluido nelle cellule gradatamente diminuirebbe e le particelle insolubili si aggregherebbero insieme, riunendosi il più spesso intorno al nucleo delle cellule. In questo ultimo caso la cor-

rente fluida costantemente diretta verso il nucleo trascinerebbe le cellule in quella stessa direzione. L'evaporazione che avviene dopo la morte genera la concentrazione delle particelle insolubili verso il centro delle cellule. Siccome i nervi governano il calibrio dei vasi, così indirettamente influiscono sopra questi movimenti delle particelle nella cellula.

Il movimento muscolare è pure studiato dall' Autore nell' intento di mostrare le alterazioni che avvengono nelle ultime particelle dei tessuti contrattili. Questi movimenti si fanno in direzioni determinate , che possono essere rappresentate da linee ad angolo retto fra loro e sono perciò ben distinte dai movimenti in tutti i sensi della materia germinale.

Il tessuto contrattile è un materiale formato e la contrattilità avviene in tessuti che non hanno le proprietà caratteristiche della materia vivente; perciò la contrattilità non può dirsi una proprietà vitale, se quella parola significa un movimento distinto per la sua costante ripetizione e per la sua costante semplicità; così nel muscolo vi sono alternative di accorciamento e di allungamento. I muscoli della larva della mosca sono adattati a ben studiare il fenomeno della contrattilità e continuano per molti minuti nelle parti separate dall' animale. Il metodo più bello ed istruttivo di esaminare questi muscoli è di studiarli sotto la luce polarizzata con una lamina di selenite o col microscopio. Mentre il fondo è verde, le onde delle contrazioni che si succedono in ogni fibra muscolare mostrano un bel colore rosso violetto. Nelle altre parti del campo i colori complementari sono rovesciati.

I movimenti molecolari che si vedono spesso nelle ultime particelle dei corpi viventi sono fenomeni complessi e possono distinguersi come segue :

1.° *Moti primitivi* o *vitali* che si manifestano in tutte le direzioni come si vedono nell' *amebia*, nei corpuscoli sanguigni, nelle cellule epiteliali ecc.

2.° *Moti secondari* che sono conseguenza di moti vitali o di altri fenomeni indipendenti della vita. E questi sono i moti ciliari, i moti delle particelle solide sospese nel fluido delle cellule cagionati dalle correnti di questo fluido; i moti molecolari che si producono in tutte le particelle insolubili ridotte

in uno stato grande di divisione, sospese in un liquido e finalmente i moti muscolari.

Dopo questa introduzione l' Autore passa a studiare la distribuzione dei nervi in tutti i tessuti ed esamina tutti i casi con indagini e disegni molto minuti. Noi dobbiamo limitarci a riferire la conclusione generale la quale, egli dice, è brevissima benchè frutto di lunghissime ricerche.

« In nessun tessuto, dice il Dott. Beale, io sono stato capace di distinguere la *fine* di un nervo. In tutti i casi la cellula « o il nucleo nervoso mostra fibre che ne vengono in due « opposte direzioni. L' aver creduto di vedere la fine di un « nervo dipendeva dall' insufficienza dei mezzi d'osservazione. Io « ho mostrato che, sia presso i centri nervosi, sia presso le « estremità delle fibre nervose esse si dividevano in numerosissime « ramificazioni. I nervi distribuiti ai muscoli striati e ai non « striati sono sempre disposti in modo da formare delle reti e « dei plessi, ma niente indica un'estremità o un fine vero ».

Questa conclusione conduce a supporre che la disposizione fondamentale di un apparecchio nervoso è un circuito completo e non interrotto.

Questa supposizione è sostenuta dall' esistenza di due fibre nervose in ogni organo periferico e dal fatto della continua divisione e ramificazione di ogni fibra nervosa. È quindi molto dubbioso se nei centri nervosi vi siano cellule apolari o unipolari.

In tutte le cellule entrano o escono due fibre in direzioni opposte e le cellule moltipolari del cervello e della midolla spinale mostrano linee a traverso che sono indicazioni probabili delle vie seguite dalle continue correnti che le traversano in direzioni diverse.

La conclusione fisiologica di questi studii anatomici sarebbe che una corrente, secondo l'Autore, probabilmente elettrica, si muove costantemente in tutte le fibre nervose e che gli adiacenti tessuti sono influenzati dalle varie intensità di queste correnti più che dalla sua interruzione e dal suo ristabilimento, non esistendo nessun meccanismo organico per interrompere e chiudere in un punto qualunque il sistema nervoso, il quale dovrebbe perciò essere considerato come un circuito completo.

Non possiamo dar termine a questo estratto senza notare che noi crediamo il lavoro del Dott. Beale come uno dei più importanti che si sieno fatti in anatomia in questi ultimi tempi; dobbiamo però confessare che la conclusione fisiologica non ci sembra avere quel fondamento rigoroso che la filosofia naturale richiede e soprattutto in un argomento così oscuro.

DELLA VISCOSITA' O CONFRICAZIONE INTERNA DELL'ARIA E DEGLI ALTRI GAZ ; DI J. C. MAXWELL.

Lezione Bakeriana alla Società Reale di Londra (8 Febbraio 1866).

L'Autore ha investigate le leggi della viscosità dell'aria facendo eseguire delle oscillazioni rotatorie a tre dischi di vetro di 10 pollici di diametro sospesi a un filo di acciaio lungo 4 piedi, intorno al quale i dischi oscillano per l'elasticità del filo metallico.

La completa oscillazione si faceva in 72 secondi e nel momento della massima velocità l'orlo dei dischi faceva $\frac{1}{12}$ di pollice per secondo. I tre dischi sono fissati sull'asse verticale a intervalli noti e 4 dischi ugualmente larghi sono fissati fra i dischi mobili. Durante la loro oscillazione, la viscosità dell'aria compresa nei sei strati genera una diminuzione graduale dell'ampiezza dell'oscillazione la quale è misurata per mezzo della riflessione di una scala circolare graduata in uno specchio attaccato all'asse.

Tutto l'apparato è contenuto in una cassa d'aria la quale può essere più o meno rarefatta o mutata in un altro gas, o riscaldata con un bagno di vapore. Per eliminare gli effetti del filo solo si facevano fare le oscillazioni dopo avere messi tutti i tre dischi in contatto.

Ecco le conclusioni :

1. Il coefficiente della viscosità o *attrito interno* dell'aria o gas qualunque, è indipendente della densità, essendo costante

la temperatura. Questa legge fu verificata coll'aria alla pressione ordinaria e coll'aria ridotta alla pressione di $^1/_2$ pollice di mercurio. Questa proprietà mostra che l'aria è indipendente da ogni molecolare azione fra le sue particelle e quelle delle superficie solide: lo stesso si vede nello scolo dei gas per i tubi capillari.

2. Il coefficiente di viscosità cresce colla temperatura.

3. Il coefficiente di viscosità dell'idrogeno è molto più piccolo di quello dell'aria nel rapporto di 1 a 5156: per l'acido carbonico questo numero sarebbe 859. Una piccola traccia d'aria mescolata all'idrogeno ne accresce grandemente la viscosità.

Molte esperienze sono state tentate per investigare se vi era uno strato d'aria in contatto del disco trasportato assieme con esso; e il risultato è stato negativo.

DEI PERIODI DELLE AURORE BOREALI; NOTA DI E. RENOU.

(Comptes rendus de l'Académie; 26 Marzo 1866).

Secondo l' Autore le aurore boreali sono sottoposte a due periodi di ritorno, l' uno annuale e l' altro secolare. Il primo di questi periodi fu notato da Mairan che ripartì per mesi le aurore boreali osservate dall' anno 500 all' anno 1731 in Europa e che sono 229. In questo intervallo si notano nettamente due massimi verso gli equinozi. L' Autore ha fatto il riparto per mesi delle aurore boreali osservate dal 1806 fino a noi. Ecco i risultati descritti nel quadro seguente :

Numero delle aurore boreali per mese.

Genn.	Febb.	Mar.	Apr.	Magg.	Giug.	Lugl.	Agos.	Sett.	Ott.	Nov.	Dec.
31	36	63	30	8	8	5	21	27	73	38	20

Risulta da questo quadro manifestamente, anche fatte certe correzioni richieste dal chiarore del cielo nella notte vario nei diversi mesi, e dalla durata dei crepuscoli, che le aurore boreali hanno nella loro apparizione due massimi verso gli equinozii e principalmente in quello di Autunno e due minimi verso i solstizi e specialmente in quello d' estate.

L' altro periodo secolare dedotto da osservazioni di aurore boreali nelle nostre regioni dall' anno 804 sino al 1790, periodo per il quale si osserverebbe in un dato anno un numero maggiore di queste meteore, sarebbe di 196 anni e il prossimo massimo sarebbe nel 1947. È possibile che una relazione esista fra le oscillazioni dell' equatore magnetico e questi periodi delle aurore boreali.

ESPERIENZE E STUDII SOPRA LE PIETRE METEORICHE; DEL SIG. DAUBRÉE.

(Comptes rendus de l'Académie 19 Mars 1866).

L' Autore ha fatto all' Accademia delle Scienze di Parigi diverse comunicazioni nelle quali ha preso a studiare quelle diverse roccie che potevano col riscaldamento trasformarsi e imitare in qualche modo le pietre meteoriche. Vogliamo notare che la fusione del serpentino in un crogiolo rivestito di carbone, dà luogo ad un minerale che somiglia al peridoto; i grani di ferro o di ghisa che se ne separano contengono nickel e cromo. Quindi il serpentino può essere ravvicinato a quelle pietre meteoriche di tipo come il peridoto e la terzolite.

Passando poi alle osservazioni generali l' Autore comincia dal notare che le pietre meteoriche tanto analoghe con alcune roccie terrestri differiscono però considerevolmente da quelle che formano la crosta terrestre. Infatti non vi sono nelle pietre meteoriche nè roccie arenacee, nè roccie fossiliferi, cioè niente che annunzi l' azione dell' oceano sopra questi corpi, nè la presenza della vita. Nelle pietre meteoriche mancano anche tutti i minerali costituenti le roccie granitiche. Bisogna per trovare materiali analoghi scendere nell' interno della terra per rinvenire quelle roccie silicate basiche che vengono fuori nelle eruzioni vulcaniche. Quindi bisogna supporre che le pietre meteoriche non ci vengono che dalle parti interne dei corpi pla-

netari e che questi corpi non contenghino nè roccie silicate, nè terreni stratificati. Fra i silicati basici il peridoto entra costantemente nelle pietre meteoriche. Questo minerale esiste necessariamente nelle parti più profonde del globo e noi lo conosciamo solo perchè trasportato dai basalti nelle eruzioni.

Il peridoto che rappresenta le pietre meteoriche è il tipo silicato il più basico che si conosca sia per le pietre meteoriche sia nelle roccie eruttive. Il peridoto facilmente si forma e cristallizza per una semplice fusione. É la roccia più densa che si conosca, e questo spiega la posizione che occupa nell'interno della terra.

Le masse da cui provengono le pietre meteoriche sono state in origine formate ad un'alta temperatura come quella del nostro globo, temperatura che deve però ammettersi inferiore a quella che possiamo ottenere nelle nostre esperienze. Infatti quelle pietre non presentano che una cristallizzazione confusa e i grani di ferro che vi sono disseminati non hanno la forma globulare che avrebbero se quella temperatura fosse stata almeno quella del ferro in fusione.

Bisogna anche ammettere che il calore subìto originariamente dalle pietre meteoriche non vi esisteva più quando queste masse sono penetrate nella nostra atmosfera. Infatti una di queste pietre cadute nel 1864 nel Dipartimento di *Tarn et Garonne* contiene acqua e materie volatili ciò che non poteva essere se quei corpi avessero avuto una temperatura altissima nell' entrare nell' atmosfera. Fu creduto che le pietre meteoriche fossero frammenti di corpi planetari o pezzi di masse più o meno grandi in un modo qualunque sortite e rientrate nella nostra atmosfera. Certo è che indipendentemente da questa ipotesi, le materie meteoriche circolanti negli spazi non possedono una temperatura molto elevata e che solamente entrando nell' atmosfera divengono incandescenti, si vetrificano alla superficie e vanno in pezzi i quali mostrano col loro interno non modificato la struttura e la composizione della massa.

L'Autore ha mostrato coll' esperienza che le pietre meteoriche le più comuni possono essere imitate colla riduzione del peridoto. Egli ha poi cercato di scoprire come si comportano i tre corpi predominanti nelle roccie meteoriche, cioè il silicio,

il magnesio e il ferro riscaldati sino alla fusione in un atmosfera poco ossidante.

Da queste esperienze si deduce che la natura caratteristica delle pietre meteoriche, di essere cioè semi-metalliche e semi-ossidate, senza analogia colle roccie terrestri, risulta da ciò che i miscugli delle materie che entrano nelle pietre meteoriche hanno subìto una specie di ossidazione e di *scorificazione*, ma incompleta.

Si sa che l'ipotesi di Davy sull'origine della crosta terrena dalla ossidazione del silicio e dei metalli alcalini fu poi estesa ed abbracciata dai geologi: questa ipotesi è anche confermata dalle esperienze fatte dal nostro autore sulla sintesi delle pietre meteoriche. Le roccie di peridoto che entrano nelle regioni più profonde del nostro globo e nelle pietre meteoriche sono il prodotto il più diretto della scorificazione che secondo l'ipotesi citata si sarebbe prodotta in origine sulla crosta terrestre. Il peridoto sarebbe stato nelle roccie profonde come nelle pietre meteoriche una specie di *scoria universale.* Per le roccie terrestri l'ossigeno è stato in eccesso, e perciò il ferro vi si trova perfettamente ossidato.

LEZIONI SOPRA ALCUNI PUNTI DI FILOSOFIA CHIMICA TENUTE IL 6 E 20 MARZO 1863 DAVANTI LA SOCIETA' CHIMICA DI PARIGI DAL SIG. ADOLFO WURTZ PRESIDENTE DELLA SOCIETA'. LIBRERIA DI *L. HACHETTE* E *C.* PARIGI, 1864 (1).

(*Traduzione di* ANTONIO ROITI *con permesso dell' Autore*)

È manifesto che soltanto il carbonio, il silicio ed il boro fanno eccezione alla legge di Dulong e Petit. Questa circostanza è dovuta senza dubbio a qualche particolarità nella costituzione molecolare che questi corpi possiedono allo stato libero e che si collega ai diversi stati allotropici che essi possono assumere. Prendiamo per esempio il carbonio. Le sue differenti modificazioni presentano calorici specifici diversi e per conseguenza diversi equivalenti termici; e mentre per gli altri elementi gli equivalenti termici coincidono coi pesi atomici dedotti da considerazioni chimiche, pel carbonio la cosa sta in altri termini. Anzi si osserva che non esiste nessun rapporto semplice fra gli equivalenti termici del carbonio ed il suo peso atomico 12. Nella tabella seguente si adducono gli equivalenti termici ottenuti dividendo pei calorici specifici il prodotto costante 6,4 (2).

(1) *Continuazione.* Vedi pag. 280 del volume XXI-XXII.

(2) Prodotto medio dei pesi atomici pei calorici specifici.

	Calorici specifici	*Equivalenti termici*	*Peso atomico del carbonio*
Carbone animale . . .	0,26085	24,5	
Grafite	0,200	32,0	12
Diamante	0,147	43,5	

Inoltre l'esperienza ha provato che nelle sue combinazioni il carbonio possiede un calorico specifico differente da quello che si riscontra nelle sue diverse modificazioni. Se dunque la legge di Dulong e Petit fosse rigorosamente esatta, si dovrebbe dire che come il carbonio possiede calorici specifici diversi, secondo che è libero o combinato o secondo i suoi stati allotropici; così egli possiede pure diversi pesi atomici, i quali coinciderebbero cogli equivalenti termici segnati di sopra. A primo aspetto tale conclusione sembra strana. Nullameno trova appoggio nei fatti interessanti scoperti dal sig. Brodie (1) intorno all'ossidazione della grafite. Trattando questo corpo coll'acido nitrico e col clorato di potassa, ottenne un acido particolare, l'acido grafitico, nel quale egli ammette l'esistenza non del carbonio, ma della grafite come sta. Rappresenta la composizione di quest'acido colla formola $Gr^4 H^4 O^5$, nella quale la grafite possiede il peso atomico 33, che si avvicina di molto all'equivalente termico di 32 indicato nell'ultima tabella.

Così i fatti chimici e le considerazioni relative ai calorici specifici ci guiderebbero a riguardare il carbonio libero come formante, ne' suoi diversi stati, delle aggregazioni di materie differenti dall'atomo chimico che esiste nelle combinazioni di questo corpo. Queste aggregazioni che sono messe in movimento dal calorico, differiscono nei loro pesi relativi secondo gli stati allotropici del carbonio. Esse rappresentano gli atomi fisici del carbonio libero e, almeno per la grafite, pare che questi atomi possano formare combinazioni speciali.

Tale è l'interpretazione che i fatti in oggi conosciuti

(1) *Philosophical Transactions for* 1859, p. 249. e *Annales de chimie et de physique*, 3.e serie, t. LIX. p. 471.

permettono di dare all' anomalia presentata dai calorifici specifici del carbonio. Nulla impedisce d' estendere questa interpretazione al boro ed al silicio, tanto simili al carbonio per la diversità dei loro stati allotropici.

Quanto agli altri elementi appare dal prospetto precedente che i prodotti dei loro calorici specifici pei loro pesi atomici sono sensibilmente uguali, che è quanto dire essere i calorici specifici dei loro atomi sensibilmente gli stessi. A rigore nol sono se si sta coi risultati della esperienza; ma le differenze constatate a questo riguardo possono essere l'effetto di certe perturbazioni.

Su questo particolare bisogna considerare prima che i pesi atomici di alcuni elementi non sono determinati con tutta l' esattezza desiderabile; e lo stesso si può dire dei calorici specifici di alcuni corpi semplici che male si possono isolare allo stato di perfetta purità. E poi, come osservò il sig. Regnault (1), la determinazione dei calorici specifici dei corpi solidi lascia qualche incertezza, « perchè essa abbraccia parecchi altri elementi che non si sono ancora potuti eliminare; specialmente il calorico latente di dilatazione e parte del calorico latente di fusione assorbite dai corpi, mano a mano che si rammolliscono, spesse volte prima d' aver raggiunta la temperatura che si riguarda come il loro punto di fusione ».

Siffatte influenze perturbatrici s' estendono com' è naturale, ai fenomeni relativi al calorico specifico dei corpi composti. Ma in generale si riconobbe che quantità equivalenti di sostanze, dotate di composizione atomica simile, posseggono anche lo stesso calorico specifico: il prodotto dei pesi atomici di tali sostanze pei loro calorici specifici è sensibilmente costante, e se si chiama questo prodotto « *calorico atomico* », si può dire col sig. Erminio Kopp « che tali corpi « posseggono lo stesso calorico atomico » (2). Ma questo

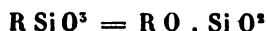
(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXVI, p. 262, 1849.

(2) Il sig. Regnault espresse questa legge nel seguente modo: « *I calorici specifici dei corpi composti, che presentano le stesse formole chimiche, sono fra loro in ragione inversa de' loro equivalenti.* » (*Annales de chimie et de physique*, 3.e série, t. XXVI, p. 264).

scienziato ha constatato alcune eccezioni a siffatta legge. Siano esse dovute alle influenze perturbatrici or ora discorse, o a tutt'altra causa; non cessa perciò di meritare attenzione la legge della quale ci occupiamo ; giacchè essa si verifica in molti gruppi di corpi analoghi, quando si adottino per gli elementi i nuovi pesi atomici. Così i carbonati :

$$R\,CO^3 = RO\,.\,CO^2 \;(1)$$

ed i silicati :

$$R\,SiO^3 = RO\,.\,SiO^2$$

presentano lo stesso calore atomico, quando pel carbone si adotti il peso atomico 12 , e pel silicio il peso atomico 28. Il sig. Regnault ha fatto osservare tempo fa che i cloruri di stagno, di titanio, di silicio possiedono sensibilmente lo stesso calorico atomico, a condizione che si rappresenti la composizione del cloruro di silicio colla formola $Si\,Cl^4$ (2), e che per conseguenza, si attribuisca al silicio il peso atomico 28. Ecco le cifre che lo dimostrano :

	Calorici specifici	*Pesi molecolari*	*Prodotti*
Cloruro di stagno.	0,1413	260	36,7
Id. titanio.	0,1813	192	84,8
Id. silicio	0,1907	170	32,4

È in questo modo che le considerazioni relative al calorico specifico di qualche composto del carbonio e del silicio giustificano i pesi atomici attribuiti a questi elementi che allo stato libero , fanno eccezione alla legge di Dulong e Petit.

(1) Lo stesso è, secondo il sig. Erminio Kopp, dei nitrati e dei clorati $R\,Az\Theta^3$ e $R\,Cl\,\Theta^3$, così dei permanganati e perclorati $R\,Mn\Theta^4$ e $R\,Cl\,\Theta^4$ come pure dei solfati e cromati $R\,S\,\Theta^4$, $R\,Cr\,\Theta^4$.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 3.e série, t. IX, p. 341, 1843.

Confrontando i calorici atomici d' un gran numero di composti si riconosce che essi sono formati dalla somma dei calorici atomici degli elementi. Infatti i prodotti C A dei calorici specifici pei pesi atomici (molecolari) sono sensibilmente eguali a $n \times 6,4$; ove n esprime il numero degli atomi elementari contenuti in un composto di calorico specifico C e di peso molecolare A; 6,4 è il calorico atomico medio dei corpi semplici dedotto dal prospetto a pag. 294 t. XXI-II. Si ha dunque l' espressione:

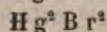
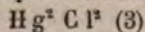
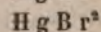
$$n \times 6,4 = C . A \ (1)$$

In alcuni casi questa relazione può servire di verificazione indiretta pei pesi atomici. Prendiamo un esempio. Devesi dare al mercurio il peso atomico di 100 o 200?

Nel primo caso, se noi rappresentiamo 100 di mercurio col simbolo Hg, i cloruri, bromuri e ioduri mercurosi e mercurici contengono:

Composti mercurosi	*Composti mercurici*
Hg^2Cl	$HgCl$
Hg^2Br	$HgBr$
Hg^2I	HgI.

Nel secondo caso, se rappresentiamo 200 di mercurio col simbolo tagliato Hg (2), essi sono formati di:

Composti mercurosi	*Composti mercurici*
Hg^2Cl^2 (3)	$HgCl^2$
Hg^2Br^2	$HgBr^2$
Hg^2I^2	HgI^2.

(1) Hermann Kopp. *Comptes rendus*, t. LVI. p. 1254.

(2) I simboli tagliati rappresentano i pesi atomici doppi degli equivalenti (V. più avanti).

(3) Oppure Hg Cl, Hg Br, Hg come scrive il sig. Cannizzaro. Noi preferiamo le formole doppie per ragioni che esporremo in seguito. D'altra parte è evidente che se le enunciate considerazioni sui calorici specifici dei composti possono fissare la nostra scelta in ciò che riguarda il peso atomico

A giudicarne dai calorici specifici di questi composti, sono le seconde formule che ne esprimono la composizione atomica. Infatti in questo caso si ha $n = 4$ pei composti mercurosi ed $n = 3$ pei composti mercurici, e i calorici atomici che si possono calcolare coll' aiuto della formola precedente sono sensibilmente uguali a quelli che si deducono direttamente dai calorici specifici dati dalla esperienza.

FORMULE	CALORICI specifici	PESI molecolari = Hg=200	PRODOTTI dei calorici specif. pei pesi molecol. = Calorici atomici sperimentali	COLORICI atomici calcolati = $n \times 6,4$
$HgCl^2$ . .	0,0689	271	18,67	19,2
HgI^2 . . .	0,0420	454	19,06	19,2
Hg^2Cl^2 . .	0,05205	471	24,51	25,6
Hg^2I^2 . . .	0,0385	654	25,83	25,9

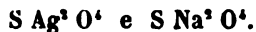
Bisogna tuttavia notare che questa semplice relazione fra il calore atomico di un composto ed i calorici atomici degli elementi di cui consta, secondo il sig. Erminio Kopp, non si verifica per tutti i composti. È esatta pei cloruri, bromuri e ioduri. Infatti abbiamo veduto or ora che l'iodio ed il mercurio, p. es., posseggono nell' ioduro di mercurio lo stesso calorico atomico da essi posseduto allo stato libero. Ma non è sempre così, e perciò la regola precedente non si può applicare in generale.

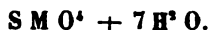
III. — *Il nuovo sistema di pesi atomici è in armonia colla legge dell' isomorfismo.* — Infatti i corpi isomorfi sono rappresentati da formole analoghe. Così il solfuro ramoso, che è isomorfo col solfuro d' argento Ag^2S, è rap-

del mercurio, esse punto non gettano luce sulla questione se si debba o no raddoppiare le formole dei composti mercurosi. Se si raddoppiano come noi abbiam fatto, in realtà non si fa che moltiplicare per 2 ambo i membri dell' equazione $n \times 6,4 = C.A.$

presentato dalla formola $Cu^2 S$ (1), mentre Gerhardt gli attribuiva la formula $Cu^4 S$ (2).

Il solfato d' argento ed il solfato anidro di soda ricevono le formole analoghe:

$$S Ag^2 O^4 \text{ e } S Na^2 O^4.$$

I solfati isomorfi della serie magnesiaca, sono rappresentati dalla formola:

$$S M O^4 + 7 H^2 O.$$

I solfati doppi della stessa serie s' indicano con

$$S M O^4 + S R^2 O^4 + 6 H^2 O.$$

Infine la composizione degli alumi è espressa dalla formula:

$$S^3 R^2 O^{12} + S R^2 O^4 + 24 H^2 O.$$

III. — *Il nuovo sistema di pesi atomici è in armonia colle relazioni che esistono fra le densità dei gas e dei vapori ed i loro pesi molecolari.* — 1.° Consideriamo da prima le relazioni scoperte da Gay-Lussac fra le densità dei gas semplici ed i loro pesi atomici. Tranne alcune eccezioni, queste densità sono proporzionali ai pesi atomici, in guisa che, se invece d'essere riferite all'acqua, esse lo fossero all' idrogeno preso per unità, gli stessi numeri esprimerebbero e le densità ed i pesi atomici; come mostra il seguente quadro: (3)

(1) $Cu = 63{,}5$; $S = 32$.
(2) $Cu = 31{,}75$; $S = 32$.
(3) Per riferire le densità dei gas a quella dell'idrogeno basta moltiplicarle per $14{,}44 = \frac{1}{0{,}0693}$ che è il rapporto fra la densità dell' aria e quella dell' idrogeno.

Nome dei corpi semplici	*Densità dei gas o dei vapori riferita all'aria*	*Densità riferita all'idrogeno*	*Peso atomico*
Idrogeno	0,0693	1	1
Ossigeno	1,1056	15,9	16
Azoto	0,9714	14,0	14
Solfo (a 1000°). . .	2,22	32,0	32
Cloro	2,44	35,2	35,5
Bromo	5,393	77,8	80
Iodio.	8,716	125,8	127

È principalmente su questa notevole relazione fra le densità ed i pesi atomici che si fonda la celebre proposizione d'Ampère e di Berzelius: *volumi eguali dei gas contengono lo stesso numero d' atomi.* Un atomo dei gas precedenti corrisponde ad un volume. Vedremo che, con una leggiera modificazione, questa proposizione s' applica anche ai gas composti.

Ma non dobbiamo passar sotto silenzio l' eccezione che fu constatata per la legge precedente. Il fosforo, l' arsenico, il mercurio, e il cadmio vi si scostano. Le densità dei loro vapori, riferite all' idrogeno, non coincidono coi loro pesi atomici; ma presentano solamente un rapporto semplice cogli stessi pesi atomici.

Eccone le cifre dimostrative :

Nome dei corpi semplici	*Densità dei vapori riferite all'aria*	*Densità dei vapori riferite all'idrog.*	*Pesi atomici*
Fosforo	4,42	63,8	31
Arsenico	10,6	153	75
Cadmio	3,94	56,9	112
Mercurio.	6,976	100,7	200.

Si vede che la densità dei vapori di fosforo e di arsenico condurrebbe a pesi atomici doppi di quelli ammessi per questi elementi, e che all' incontro la densità dei vapori di cadmio e di mercurio darebbe pei pesi atomici la metà di

quelli che abbiamo adottati. In altri termini, le densità dei vapori dei primi due corpi sono della metà troppo forti; quelle dei due altri son troppo deboli, e mentre gli atomi degli altri gas corrispondono ad 1 volume, quelli del fosforo e dell' arsenico a $^1/_2$ volume; quelli del mercurio e del cadmio a 2 volumi.

Pel fosforo e per l' arsenico l' anomalia è della stessa natura che quella presentata dal vapore di solfo a 500°; ma i vapori dei due primi elementi non mostrano come quelli del solfo di rarefarsi a temperature più elevate in modo da ricondursi alla densità normale. È possibile che questo fenomeno di *rarefazione* non cominci, per tali vapori troppo densi, che a temperature inaccessibili ai nostri mezzi d' investigazione.

Il mercurio ed il cadmio, ai quali bisogna aggiungere probabilmente anche lo zinco, presentano un' anomalia inversa; allo stato libero, i loro vapori sono troppo poco densi.

Tenteremo in seguito d' interpretare questo fatto paragonando i metalli di cui è parola a certi radicali della chimica organica, i quali offrono analoga particolarità. Ora ci resta a dimostrare che tali eccezioni non sono d' impaccio alla teoria. Esse verificansi quando si considerino i corpi, che le presentano, allo stato libero; scompaiono considerando gli stessi corpi nei loro composti meglio definiti. Nelle loro combinazioni con l' idrogeno, il cloro, il bromo, l'iodio e coi radicali organici, i corpi in discorso, cioè il fosforo l' arsenico, il mercurio e lo zinco, offrono una normale densità di vapore. Per mostrare che la cosa sta in tali termini, convien rammentare e ben definire le relazioni esistenti fra la composizione atomica dei corpi composti e le loro densità allo stato di gas o di vapore.

2.° — Queste relazioni sono di natura semplicissima, e si possono esprimere dicendo: *che volumi eguali dei gas contengono lo stesso numero di molecole*, in condizioni identiche di temperatura e di pressione, e che per conseguenza, *i pesi molecolari dei corpi composti sono proporzionali alle loro densità, allo stato di gas o di vapore*. È la proposizione di Ampère e di Berzelius, che, modificata nel suo enunziato,

s'applica ai gas semplici come ai composti. Qui si tratta di *molecole* e non d'atomi, poichè è manifesto che i gas composti non contengono sempre, sotto uno stesso volume, lo stesso numero d'atomi, nel senso da noi attribuito a questo vocabolo. Infatti noi sappiamo che 2 volumi d'acido cloridrico contengono 1 volume od 1 atomo di cloro, e 1 volume o 1 atomo d'idrogeno, cioè 2 atomi elementari; mentre 2 volumi d'ammoniaca contengono 1 volume o 1 atomo d'azoto e 3 volumi o 3 atomi d'idrogeno, cioè, in tutto, 4 atomi elementari. D'altro canto l'esperienza c'insegna che 2 volumi d'acido cloridrico si combinano con 2 volumi di ammoniaca. Siamo indotti così a riguardare la quantità di acido cloridrico che contiene 1 atomo di cloro ed 1 atomo d'idrogeno e che corrisponde a 2 volumi, come rappresentante una molecola di quest'acido, ed a ritenere la quantità d'ammoniaca, che contiene 1 atomo d'azoto e 3 atomi d'idrogeno e che corrisponde a 2 volumi, come rappresentante 1 molecola d'ammoniaca. Così l'acido cloridrico e l'ammoniaca contengono, sotto uno stesso volume, un numero eguale di molecole, e lo stesso avviene per gli altri gas composti.

Per l'acido cloridrico e l'ammoniaca che noi continuiamo a prendere come esempio, i pesi molecolari corrispondono per conseguenza ai pesi dei due volumi di ciascuno di questi gas, cioè al doppio della loro densità, poichè la densità rappresenta il peso di 1 volume (ossia dell'unità di volume). Se dunque le densità di questi due gas fossero espresse in rapporto all'idrogeno, che rappresenta l'unità nel sistema dei pesi atomici, basterebbe raddoppiare i numeri rappresentanti queste densità per ottenere i pesi molecolari. Ed è quanto dire che per trovare questi ultimi bisognerà moltiplicare le densità, riferite all'aria, pel doppio del rapporto fra la densità dell'aria e quella dell'idrogeno, cioè per

$$2 \times \frac{1}{0,0693} = \frac{2}{0,0693} = 28,88 \text{ (1)}.$$

(1) Si può stabilire questo fattore in seguito ad un altro ragionamento: volumi uguali dei gas semplici o composti contengono lo stesso numero di

Effettuiamo conseguentemente i calcoli accennati, non solo pei corpi composti, ma anche per gli elementi, e raggruppiamo i corpi in modo da far risaltare certe analogie. Noi troveremo per questa via i pesi molecolari di tutti questi corpi; potremo costruire le loro formole e verificare se i pesi atomici dedotti dalla densità dei vapori de' corpi composti coincidono con quelli ammessi precedentemente. Le cifre iscritte nella terza colonna del quadro seguente rappresentante le densità doppie delle sostanze volatili, riferite all'idrogeno; queste cifre concordano sensibilmente con quelle iscritte nella quarta colonna, le quali rappresentano i pesi molecolari dedotti da considerazioni chimiche.

Nome dei corpi	*Densità*	*Densità dopp. riferita all'idrog.*	*Peso molecol.*	*Formole*
Idrogeno.	0,0693	2	2	H^2
Cloro.	2,44	70,5	71	Cl^2
Bromo	5,54	159,0	160	Br^2
Iodio	8,716	251,7	254	I^2
Cinogeno	1,806	52,1	52	Cy^2
Metile	1,0365	29,9	30	Me^2
Idruro di metile . . .	0,558	16,1	16	MeH
Etile	2,0462	59,09	58	Et^2

molecole; dunque i pesi molecolari sono proporzionali alle densità. Così la densità dell'acido cloridrico sta a quella dell'idrogeno come il peso molecolare dell'acido cloridrico sta al peso molecolare dell'idrogeno: quest'ultimo è = 2, perchè corrisponde a due atomi. Per conseguenza il peso molecolare dell'acido cloridrico si deduce dalla seguente proporzione:

$$\frac{1,247}{0,0693} = \frac{x}{2}, \text{ d' onde } x = 1,247 \times \frac{2}{0,0693}.$$

Quindi, per trovare i pesi molecolari, basta moltiplicare le densità pel rapporto costante $\frac{2}{0,0693} = 28,88$. Ove il numeratore 2 rappresenta il peso molecolare dell'idrogeno. In addietro abbiamo addotte le ragioni per le quali Ampère, Dumas e Gerhardt riguardarono l'idrogeno libero, cioè la molecola dell'idrogeno come formata da 2 atomi. Le stesse considerazioni vennero applicate ad altri corpi semplici.

Nome dei corpi	*Densità*	*Densità dopp. riferita all'idrogeno*	*Peso molecol.*	*Formola*
Ossigeno	1,1056	31,9	32	O^2
Solfo	2,22	63,5	64	S^2
Acqua	0,6235	18,0	18	H^2O
Idrogeno solforato . .	1,1912	34,4	34	H^2S
Acido solforoso	2,234	64,5	64	SO^2
Acido solforico	2,763	79,8	80	SO^3
Azoto	0,9714	28,0	28	Az^2
Protossido d' azoto. .	1,527	44,1	44	Az^2O
Biossido d' azoto . . .	1,038	29,98	30	AzO
Acido ipoazotico . . .	1,72	49,5	46	AzO^2
Metilamina	1,08	31,19	31	$AzMeH^2$
Ammoniaca	0,591	17,07	17	AzH^3
Fosforo	4,42	127,6	62	Ph^4 (1)
Idrogeno fosforato . .	1,184	34,2	34	PhH^3
Protocloruro di fosforo	4,742	136,9	137,5	$PhCl^3$
Ossicloruro di fosforo	5,3	153,1	153,5	$PhOCl^3$
Arsenico.	10,6	306	150	As^4
Idrogeno arsenicale .	2,695	77,8	78	AsH^3
Cloruro d' arsenico. .	6,3006	181,9	181,5	$AsCl^3$
Ioduro d' arsenico . .	16,1	464,9	456	AsI^3
Trietilarsina	5,61	162,0	162	$AsEt^3$
Cacodile (arsen-bimetile)	7,1	205,0	210	As^2Me^4
Ossido di carbonio . .	0,967	27,9	28	CO
Acido carbonico . . .	1,529	44,1	44	CO^2

(1) Si vede che i pesi molecolari del fosforo e dell' arsenico quali si deducono dalla densità dei loro vapori, sono doppi di quelli che l' analogia di questi corpi coll' azoto induce. ad attribuir loro. Mentre la molecola dell' azoto libero è Az^2 = 2 vol., le molecole del fosforo e dell' arsenico libero sono Ph^4 e As^4 = 2 vol.

Nome dei corpi	*Densità*	*Densità dopp. riferita all'idrog.*	*Peso molecol.*	*Formole*
Gas delle paludi . . .	0,559	16,1	16	CH^4
Gas clorossicarbonico (clor. di carbonile)	3,399	98,2	99	$COCl^2$
Cloruro di carbonio .	5,415	156,4	154	CCl^4
Solfuro di carbonio .	2,645	76,4	76	CS^2
Cloruro di silicio. . .	5,939	171,5	170	$SiCl^4$
Silicio - etile	5,13	148,1	144	$SiEt^4$
Fluoruro di silicio . .	3,600	103,9	104	$SiFl^4$
Silicato tetretilico . .	7,325	211,5	208	$Si(EtO)^4$
Percloruro di stagno.	9,199	265,7	260	$SnCl^4$
Stannotetretile (stannetide)	8,021	231,6	234	$SnEt^4$
Stannodietile-dimetile	6,838	197,5	206	$Sn\begin{cases}Et^2\\Me^2\end{cases}$
Clor. di stannotrietile (di sesquistannetile)	8,430	243,4	240,5	$Sn\begin{cases}Et^3\\Cl\end{cases}$
Brom. di stannotrietile	9,924	286,6	285	$Sn\begin{cases}Et^3\\Br\end{cases}$
Iod. di stannotrimetile	10,32	298	290	$Sn\begin{cases}Me^3\\I\end{cases}$
Biclor. di stannodietile	8,710	251,5	247	$Sn\begin{cases}Et^2\\Cl^2\end{cases}$
Bibrom. di stannodiet.e	11,64	336,1	336	$Sn\begin{cases}Br^2\\Et^2\end{cases}$
Cloruro di zirconio .	8,15	235,4	331	$ZrCl^4$
Cloruro di titanio . .	6,836	197,4	192	$TiCl^4$
Cloruro di boro . . .	3,942	113,7	117,5	$BoCl^3$
Bromuro di boro. . .	8,78	253,6	251	$BoBr^3$
Fluoruro di boro. . .	2,3694	68,4	68	$BoFl^3$
Borotrietile	3,4006	98,2	98	$BoEt^3$

Nome dei corpi	*Densità*	*Dens. dopp. riferita all'idrog.*	*Peso molecol.*	*Formola*
Borotrimetile	1,9314	55,8	56	$Bo\ Me^3$
Borato trimetilico . .	3,59	103,7	104	$Bo(MeO)^3$
Borato trietilico. . . .	5,14	148,4	146	$Bo(Et\ O)^3$
Cloruro di vanadio. .	6,14	177,3	175	$V\ Cl^3$
Cloruro d' antimonio	7,8	225,3	228,5	$Sb\ Cl^3$
Trietilstibina (stibetile).	7,23	208,8	209	$Sb\ Et^3$
Cloruro di bismuto. .	11,35	327,8	316,5	$Bi\ Cl^3$
Acicloruro di cromo.	5,5	158,8	156,5	CrO^2Cl^2
Cloruro d' aluminio .	9,34	269,7	268	$Al^2\ Cl^6$
Bromuro d' aluminio .	18,62	537,7	535	$Al^2\ Br^6$
Ioduro d'aluminio. . .	27,0	779,8	817	$Al^2\ I^6$
Percloruro di ferro .	11,39	328,9	325	$Fe^2\ Cl^6$
Acido osmico	8,89	256,7	263,2	$Os\ O^4$
Zinco - etile	4,259	123	123	$Zn\ Et^2$
Mercurio.	6,976	201,4	200	Hg''
Cloruro mercurico. .	9,8	283	271	$Hg\ Cl^2$
Bromuro mercurico .	12,16	351,2	360	$Hg\ Br^2$
Ioduro mercurico. . .	15,9	459,2	454	$Hg\ I^2$
Mercuro dimetile. . .	8,29	239,4	230	$Hg\ Me^2$
Mercuro dietile. . . .	9,97	287,9	258	$Hg\ Et^2$
Cloruro mercuroso .	8,21	237,1	235,5	$Hg\ Cl$ (1)
Bromuro mercuroso .	10,14	292,8	280	$Hg\ Br$
Etilene.	0,9784	28,2	28	$[C^2\ H^4]''$
Cloruro d' etilene . .	3,4434	99,4	99	$[C^2H^4]''Cl^2$

I risultati iscritti nel prospetto precedente suggeriscono le seguenti osservazioni :

(1) V. alla fine del §. IV. « *atomicità degli elementi* » nel capitolo seguente che tratta della teoria dei tipi e dell' atomicità.

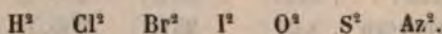
1.° Se la legge d' Ampère si applica ai corpi semplici come ai composti, considerati allo stato di gas o di vapore, ne risulta che le molecole degli uni e degli altri corrispondono a 2 volumi di vapore.

2.° Le eccezioni a questa legge che s' incontrano riguardo ad alcuni corpi semplici, non s' applicano ai composti volatili di questi stessi corpi. Il fosforo, l' arsenico, il mercurio, il cadmio, lo zinco, nelle loro combinazioni con l' idrogeno, il cloro, il bromo, l' iodio ed i radicali organici, offrono tali densità di vapore che i pesi atomici, dedottine dietro la legge d' Ampère, coincidono coi pesi atomici fondati sopra considerazioni chimiche.

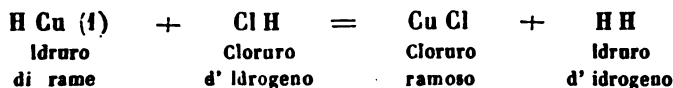
3.° I pesi molecolari che, in conformità a questa legge, si possono dedurre dalle densità d' un gran numero di combinazioni, coincidono coi pesi molecolari dedotti dalle considerazioni chimiche, a condizione che si prenda per pesi atomici di molti elementi i numeri che sono in armonia colla legge di Dulong e Petit.

Sviluppiamo questi diversi punti.

I. I pesi molecolari di tutti questi corpi sono riferiti a quello dell' idrogeno che è 2. La molecola dell' idrogeno è dunque formata da due atomi, e lo stesso dicasi per il cloro, il bromo, l' iodio, l' ossigeno, il solfo, l' azoto. Tutti questi corpi costituiscono, allo stato libero, delle combinazioni di un atomo con un altro atomo della stessa specie; le loro formole molecolari sono:

$$H^2 \quad Cl^2 \quad Br^2 \quad I^2 \quad O^2 \quad S^2 \quad Az^2.$$

Questo è uno sviluppo dell' ipotesi che Ampère e Dumas avevano applicata all' idrogeno ed al cloro, e che si fonda sopra un' interpretazione ingegnosa della reazione che determina la combinazione di questi due elementi dando luogo alla formazione dell' acido cloridrico. Abbiamo già indicata quest' ipotesi (t. XXI-II pag. 287) che fu adottata e sviluppata da Gerhardt; e siccome offre grande importanza, così è necessario fortificarla con altre considerazioni tratte dal dominio della chimica pura.

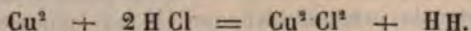
Alcuni rifiutano d'ammettere che un corpo possa combinarsi con sè stesso, che l' idrogeno puro possa costituire allo stato libero dell' idruro d' idrogeno. Eppure non v' ha nulla di più conforme a certe reazioni, alle quali l' ipotesi in questione può sola dare una spiegazione soddisfacente. Consideriamo da prima l' idrogeno. Io ho scoperto nel 1843 una combinazione di questo corpo col rame, combinazione che coll' acido cloridrico dà una notevole reazione: v' ha formazione di cloruro ramoso e sviluppo vivace d'idrogeno. Ora, si sa che l' acido cloridrico non è punto scomposto dal rame; come dunque potrebbe esserlo da una combinazione di rame e d' idrogeno, se all'affinità del rame pel cloro non venisse ad aggiungersi l' affinità dell' idrogeno per l' idrogeno? Considerata in tal modo, questa reazione diventa una doppia decomposizione, e ognuno è sorpreso dalla semplicità dell' interpretazione:

H Cu (1)	+	Cl H	=	Cu Cl	+	H H
Idruro di rame		Cloruro d' idrogeno		Cloruro ramoso		Idruro d' idrogeno

Al contrario, questa reazione non è spiegabile se si considera l' idrogeno libero come formato da un solo atomo. Infatti, se il rame da solo non è capace di decomporre l'acido cloridrico, a più forte ragione sarà lo stesso dell' idruro di rame; poichè, nel primo caso, per decomporre l'acido cloridrico v' ha una sola affinità da vincere, quella del cloro per l' idrogeno: nel secondo caso, ve n' ha due, perchè a questa prima affinità viene ad aggiungersi quella del rame per l' idrogeno, e, per quanto sia piccola quest' ultima, si dovrebbe pur sempré considerare come un nuovo ostacolo. Insomma, se il rame non decompone l'acido cloridrico, l'idruro di rame dovrebbe decomporlo ancor meno.

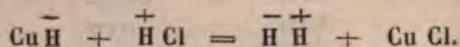
Ma, si dirà, l' ipotesi della dualità della molecola dell' idrogeno è insufficiente a spiegare la differenza delle due reazioni di cui è parola; poichè alla fine se l' idrogeno per isvolgersi allo stato libero ha bisogno di combinarsi a sè

(1) Cu = 63,5.

stesso, perchè dunque questa affinità dell'idrogeno per l'idrogeno non si eserciterebbe nel caso del rame e dell' acido cloridrico? Basterebbe per ciò che due molecole d' acido cloridrico agissero sopra una molecola di rame:

$$Cu^2 + 2\,H\,Cl = Cu^2\,Cl^2 + H\,H.$$

Tale è l' obiezione: ma viene abbattuta dalle considerazioni sulla polarità degli elementi, le quali furono da prima espresse dal sig. Brodie, (1) e nelle quali il sig. Schoenbein ha tanto insistito in questi ultimi anni.

L' idrogeno dell' idruro di rame mostra così grande tendenza ad unirsi all' idrogeno dell' acido cloridrico perchè in queste due combinazioni, si trova nello stato di polarità opposta. L' idrogeno dell' acido cloridrico è positivo rispetto all' idrogeno dell' idruro di rame:

$$Cu\overset{-}{H} + \overset{+}{H}Cl = \overset{-}{H}\overset{+}{H} + Cu\,Cl.$$

Considerazioni analoghe s' applicano all' idea dell' ossigeno libero. Vi sono reazioni che si possono interpretare soltanto quando s' ammetta la dualità di questa molecola, formata, come quella dell' idrogeno, da due atomi. E queste reazioni hanno per oggetto: 1.° la decomposizione della molecola dell' ossigeno, 2.° la ricostituzione di essa.

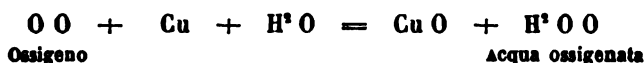
1. Si sa che l' ossigeno e l' azoto si combinano difficilmente sotto l' influenza della scintilla elettrica; ma secondo un' antica osservazione di Cavendish, confermata da Lavoisier e da Berzelius, la combinazione di questi due corpi si effettua facilmente in presenza dell' idrogeno. Così formasi una quantità notevole d' acido nitrico quando si fa bruciare nell' ossigeno un miscuglio d' azoto e d' idrogeno. Ecco, secondo me, l' interpretazione del fatto.

La molecola OO essendo attaccata dall' idrogeno, l' atomo

(1) *Philosophical Transactiones*, 1850, part. II. p. 759. e *Annales de chimie et de physique*, 3.e serie, t. LX. p. 251.

d' ossigeno O si combina con H^2; l' altro atomo d' ossigeno che, in qualche modo, trovasi allo stato nascente, si combina coll' azoto.

Il sig. Schoenbein (1) ha scoperto recentemente questo fatto importante, che cioè l' ossidazione di certi metalli dà luogo alla formazione di piccole quantità d'acqua ossigenata. Anche qui si può ammettere che v' ha decomposizione della molecola d' ossigeno e che un atomo d' ossigeno, allo stato nascente, si porta sull' acqua per formare dell' acqua ossigenata:

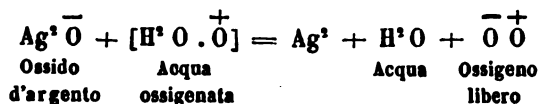
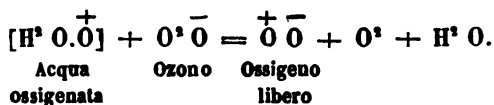
$$\underset{\text{Ossigeno}}{O\,O} + Cu + H^2O = Cu\,O + \underset{\text{Acqua ossigenata}}{H^2O\,O}$$

2.° Si conoscono d' altro lato le riduzioni notevoli che sono effettuate dall' acqua ossigenata. Thenard ha constatato la riduzione dell'ossido d' argento per mezzo di questo singolare agente. Il sig. Brodie, e dopo lui il sig. Schoenbein, hanno scoperto gran numero di reazioni analoghe, nelle quali si vedono corpi saturi d' ossigeno ridurre l' acqua ossigenata ed esserne ridotti. Così, aggiungendo acqua ossigenata ad una soluzione di permanganato di potassa, si osserva uno svolgimento tumultuoso d' ossigeno e la formazione d' un precipitato bruno d' idrato manganico. Una riduzione più curiosa forse è quella dell' ozono per mezzo dell' acqua ossigenata. Questi fatti possono avere interpretazione coll' aiuto delle equazioni seguenti:

$$\underset{\text{Ossido d'argento}}{Ag^2\overset{-}{O}} + \underset{\text{Acqua ossigenata}}{[H^2O\,.\overset{+}{O}]} = Ag^2 + \underset{\text{Acqua}}{H^2O} + \underset{\text{Ossigeno libero}}{\overset{-}{O}\overset{+}{O}}$$

$$\underset{\text{Permang. di potassa}}{Mn\,K\overset{-}{O}^4} + \underset{\text{Acqua ossigenata}}{2[H^2O.\overset{+}{O}]} = \underset{\text{Idrato manganico}}{Mn\,H\,O^2} + \underset{\text{Potassa}}{K\,H\,O} + H^2O + \underset{\text{Ossigeno libero}}{2\overset{-}{O}\overset{+}{O}}$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.e serie, t. LIX, p. 105.

$$[\overset{+}{H^2 O.O}] + O^2 \overset{-}{O} = \overset{+}{O}\overset{-}{O} + O^2 + H^2 O.$$

Acqua ossigenata — Ozono — Ossigeno libero

Queste ultime reazioni sono particolarmente significative, giacchè non si potrebbe comprendere come un corpo saturo d' ossigeno ne riduca un altro che è nello stesso stato, se l' ossigeno dell' uno non possedesse una certa affinità per l' ossigeno dell' altro.

Il sig. Schoenbein ammette che l' ossigeno sia formato dalla combinazione d' un ossigeno negativo con un ossigeno positivo; in ciò la sua opinione viene in appoggio alle osservazioni ora citate; ma quand' egli suppone che l'ossigeno negativo $\overset{-}{O}$ costituisca, allo stato libero, l' ozono; e che l'ossigeno positivo $\overset{+}{O}$, allo stato libero costituisca quel corpo ch' ei chiama antiozono, non fa che avanzare un' ipotesi ingegnosa sì, ma gratuita, poichè non ne ha data veruna dimostrazione. Anzi si mette in contradizione con fatti la cui esattezza non è dubbia. Giacchè si sa che i sigg. Andrews e Tait hanno provato esser l' ozono ossigeno condensato (1), che l' interpretazione più razionale delle loro esperienze consiste nell' ammettere col sig. Odling (2) che l' ozono rappresenti dell' acqua ossigenata $H^2 O^2$, il cui idrogeno è sostituito da una quantità equivalente d' ossigeno. Le recenti esperienze del sig. Soret (3) sembrano venire in appoggio di questo modo di vedere.

Ma torniamo ai pesi molecolari. Parmi che le considerazioni esposte poco fa fortifichino la proposizione importante che due atomi di certi corpi semplici possono combinarsi fra loro per formare una molecola. Ecco un nuovo argo-

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.e serie, t. LII, pag. 333 e t. LXII, p. 101.

(2) *A Manual of chemistry*, by Willam Odling. London 1861, p. 94.

(3) *Sur les relations volumétriques de l' ozone* (*Bibliothèque universelle et Revue suisse*, t. XVIII, sept. 1863.

mento a sostenere questa tesi, ed è tolto da un altro ordine di fatti. Si sa che sotto certi aspetti i radicali della chimica organica possono considerarsi corrispondenti agli elementi della chimica minerale. Ora, che avviene quando nel cloruro d'etile si separa l'iodio dal radicale etile C^2H^5? Questo si combina a sè stesso per formare l'etile libero:

$$C^2H^5 + C^2H^5 = C^4H^{10}.$$

Rammentiamo qui che i signori Favre e Silbermann, nelle loro classiche ricerche sul calorico sviluppato dalle combinazioni chimiche, hanno emessa per primi l'idea che la molecola d'ossigeno libero sia formata di due atomi (1). D'altro canto si sa che il sig. Clausius fu indotto da considerazioni meccaniche sulla costituzione dei gas, ad ammettere « che la forza, la quale presiede alle combinazioni e che probabilmente consiste in una specie di polarità degli atomi, s'eserciti fino nei corpi semplici, e che anche in questi, più atomi possono combinarsi in una molecola? »

Il caso più semplice e quindi più verosimile, dice egli, sarebbe quello in cui 2 atomi formerebbero una molecola. Così, nel caso dell'ossigeno o dell'azoto, si può supporre che la forza chimica residente in un atomo si eserciti sopra un secondo atomo nella molecola di questi gas (2).

II. Il fosforo, l'arsenico, il mercurio, il cadmio fanno

(1) *Comptes rendus*, t. XXIII, p. 200, 1846. I signori Favre e Silbermann hanno dimostrato che il carbone, bruciando nel protossido d'azoto, sviluppa più calorico che bruciando nell'ossigeno. Secondo loro l'interpretazione più naturale di questo fatto consiste nell'ammettere che, in entrambe le esperienze, una combinazione chimica si distrugge mentre se ne forma un'altra; che l'effetto termico risultante è la differenza fra la quantità di calorico sviluppata dalla combinazione del carbonio coll'ossigeno, e la quantità di calorico assorbita dalla decomposizione dell'ossido di ossigeno, nel primo caso, dell'ossido d'azoto nel secondo. E se l'effetto termico è minore per l'ossigeno che pel protossido d'azoto, ciò è dovuto alla circostanza che l'ossido d'ossigeno (la molecola d'ossigeno O O) assorbe più calorico per decomporsi che la molecola di protossido d'azoto.

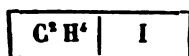
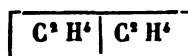
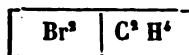
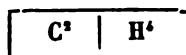
(2) *Poggendorff's Annalen*, t. C, p. 369; *Annales de chimie et de physique*, 3.e serie, t. L, p. 505.

eccezione alla regola precedente. Il peso di due volumi di vapore di fosforo o d' arsenico (cioè la densità doppia riferita all' idrogeno) non rappresenta 2, ma 4 atomi di fosforo o d' arsenico. Il peso di 2 volumi di vapore di mercurio o di cadmio non rappresenta 2 atomi, ma l'atomo di mercurio o di cadmio. Si può essere in dubbio se queste eccezioni siano dovute a qualche anomalia o a falsa fissazione dei pesi atomici. Ma, secondo noi, è vera la prima interpretazione. L'analogia constatata così bene fra l' azoto, il fosforo e l' arsenico, non permette incertezza veruna sul vero peso atomico di questi ultimi elementi. 2 volumi di gas ammoniaco si combinano con 2 volumi di gas iodidrico per formare dell'iodidrato d'ammoniaca. 2 volumi d' idrogeno fosforato si combinano con 2 volumi d' acido iodidrico per formare iodidrato d' idrogeno fosforato. 2 volumi di gas ammoniaco equivalgono dunque a 2 volumi d' idrogeno fosforato; e se 2 volumi di gas ammoniaco rappresentano 1 molecola contenente 1 atomo d' azoto, 2 volumi d' idrogeno fosforato rappresentano 1 molecola contenente l' atomo di fosforo. Se l' ammoniaca è $Az\,H^3$, l' idrogeno fosforato e l' idrogeno arsenicale sono $Ph\,H^3$ e $As\,H^3$ e non $Ph\,{}^1/_2\,H^3$ e $As\,{}^1/_2\,H^3$, formule queste che corrispondono all' anormale densità dei vapori di fosforo e d' arsenico, e che tutto c' induce a rigettare per attenerci alle prime. Oltre alle ragioni addotte, bisogna notare che nelle loro combinazioni coll' idrogeno (e noi possiamo aggiungere col cloro, bromo e iodio e coi radicali organici) il fosforo e l' arsenico mostrano la densità normale di vapore che sarebbe in armonia colla legge di Ampère. Ciò risulta dalle cifre registrate nel prospetto delle pag. 58, 59, 60, 61 dove i pesi molecolari delle combinazioni volatili in discorso, dedotti dai veri pesi atomici [31 e 75] coincidono colle densità doppie riferite all' idrogeno.

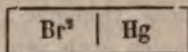
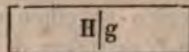
Il mercurio, il cadmio, e certo anche lo zinco, presentano nella densità dei loro vapori l' anomalia opposta: la loro molecola si confonde coll' atomo rispettivo; poichè il peso di 2 volumi di vapore di mercurio = 200 (riferito all' idrogeno), che dovrebbe essere il peso molecolare del mercurio, è in realtà il suo peso atomico, quale si deduce dal

suo calorico specifico è da considerazioni chimiche. E la prova dell'esattezza di questo peso atomico è ch' esso trovasi in armonia coi pesi molecolari di moltissime combinazioni mercuriali volatili, quali si deducono dalla densità dei loro vapori. Per convincersene veggasi il prospetto a p. 61.

Del resto l'anomalia di cui trattiamo, se mai può dirsi anomalia, incontrasi in certi radicali organici riferibili al mercurio ed al cadmio. Questo punto merita una parola di spiegazione.

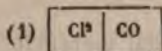
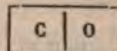
Quando l'iodio si separa dall' etile nell' ioduro d' etile, un aggruppamento d' etile prende il posto dell' iodio combinandosi con un altro aggruppamento d' etile in modo da costituire ciò che si chiama etile libero, il quale occupa precisamente lo stesso volume che il vapore dell' ioduro d' etile.

2. vol. d' ioduro di etile — 2 vol. d' etile.

Ma quando il bromo si separa dall' etilene, nel bromuro d' etilene, il radicale etilene messo in libertà, in luogo di combinarsi con un altro radicale etilene, si rarefà ed occupa tutto lo spazio occupato prima dal bromuro d' etilene (1)

2 vol. di bromuro d' etilene — 2 vol. d' etilene.

Del pari, quando il bromo si separa dal mercurio nel bromuro mercurico, il mercurio messo in libertà, in luogo d' unirsi a sè stesso, come l' etile si aggiunge all' etile, si rarefà come l' etilene in modo da occupare tutto lo spazio prima occupato dal bromuro mercurico (2).

(1) $C^2H^4Cl^2$ = 1 molecola = 99; C^2H^4 = 1 molecola = 28 } V. il prospetto a pag. 61.

(2) $HgCl^2$ = 1 molecola = 271; Hg = 1 molecola = 200 } V. idem.

2 vol. di bromuro mercurico

2 vol. di vapore di mercurio

I radicali composti etilene, propilene, ecc., ai quali si può aggiungere l' ossido di carbonio (1), sotto questo rapporto sono dunque corrispondenti ai radicali metallici biatomici, quali il mercurio, il cadmio, lo zinco. Fra la formola molecolare dell' etilene e quella dell' etile esiste la stessa differenza che si riscontra fra la formola molecolare del mercurio e quella dell' idrogeno e dell' ossigeno. La minima quantità di questi radicali, che esiste in una combinazione e corrisponde ad 1 atomo, si confonde colla più piccola quantità che esiste allo stato libero e rappresenta una molecola. Quanto precede non è una spiegazione ma un semplice confronto; e nell' apprezzare l' anomalia presentata dalla densità dei vapori di certi metalli bisogna tener conto delle analogie che abbiamo riconosciute (2).

(continua)

(1)

2 vol. di cloruro di carbonile (gas clurossicarbonico).

2 vol. d'ossido di carbonio.

(2) Le nozioni che noi possediamo al giorno d' oggi sull' atomicità del carbonico e che in seguito svilupperemo, ci permettono d' immaginare l' esistenza di una molecola non satura $C^2 H^4 = 2$ vol. nella quale 1 atomo di carbonio sia biatomico e l' altro tetratomico. Quando il vapore di mercurio si rarefà, abbandonando il bromo dal bromuro (nel quale il mercurio funziona come elemento diatomico) sembra che questo metallo diventi monoatomico e che il suo vapore sia costituito da due atomi $[Hg' \, Hg'] = 200$.

ANALYSE D'UN MÉMOIRE DE MM. A. FICK ET F. VISLICENUS SUR L'ORIGINE DE LA FORCE MUSCULAIRE (*GLI AUTORI*).

(*Vierteljahrschrift der Zuriher natur forschenden Gesellschaft.* Band X.)

(*Philosophical magazin.* 1866 June).

C'est au jourd'hui un théorème bien démontré que la force musculaire est due à l'oxydation de matières combustibles contenue dans le muscle. En 1856 déjà le rédacteur (1) de ces annales a essayé de prouver ce théorème par l'expérience. Nous plaçant au même point de vue nous devons dès l'abord poser une question très importante sous différents rapports, savoir celle-ci: « *quelles* sont les matières en particulier, dont la combustion fournit le travail musculaire ». Au premier abord il parait plus vraisemblable que ce sont les matières protéiques, qui composent presque exclusivement le tissu musculaire. En effet la plupart des physiologistes ont emis cette hypothèse comme allant de soi. Mais la considération plus ou moins explicite, sur laquelle se fonde cette hypothèse, est refutée par la comparaison du muscle avec une machine à vapeur — comparaison aussi légitime que souvent usitée depuis quelque temps.

En effet — disent les auteurs du mémoire en question — supposons qu'un homme ignorant le mécanisme fasse des recherches sur la source du travail d'une locomotive. Il trou-

(1) V. *Annales de chim. et de phys.* 1856. Bd. 47. p. 129.

vera que l'objet de ses recherches est composé en grande partie de métaux, de fer, d'acier, de laiton etc. Il n'y trouvera que très peu de charbon. S'il raisonnait d'après les mêmes principes que les physiologistes par rapport au muscle, il arriverait à cette conclusion-ci: « Parceque cet appareil producteur de travail est composé presqu'uniquement de métaux, il faut que la combustion de ceux-ci y soit la source de la force »? Pour nous auxquels le vrai mécanisme de la machine à vapeur est connu, l'erreur de cette conclusion saute aux yeux. Nous savons, que la combustion du *charbon* est la source de la force, bien que peu s'en trouve dans la machine à chaque instant. De même il est *possible* que la force musculaire soit fournie par la combustion de matières *non*-azotées, bien qu'il ne s'en trouve qu'une petite quantité à chaque instant dans le tissu contractile.

Étant admis, que des matières non-azotées *peuvent* fournir de la force musculaire, on trouvera, que cette idée est vivement appuyée par beaucoup de phénomènes nouvellement observés. MM. *Voit* et *Ed. Smith* ont prouvé, l'un chez le chien, l'autre chez l'homme que l'excrétion de l'urée n'est pas sensiblement augmentée par des efforts musculaires; qu'au contraire l'exhalation d'acide carbonique est augmentée énormément sous la même condition. M. *Smith* en particulier a montré qu'un homme travaillant avec ses muscles pendant une heure exhale à peu près dix fois plus d'acide carbonique que le même pendant une heure de sommeil. Or on sait par les belles recherches de M. *Voit*, que l'azote provenant de la décomposition des matières protéiques quitte le corps presque uniquement par la voie des urines et que partant l'excrétion de l'urée peut être considérée comme mesure de la decomposition de matières protéiques. En présence de ces faits celui qui est libres d'idées preconçues sera porté vers l'opinion, que la decomposition des matières protéiques n'est nullement en rapport *direct* avec l'action musculaire. Néanmoins cet ancien préjugé a tant de pouvoir sur les esprits que M. *Voit* se donne la plus grande peine pour y adapter les faits découverts par lui même au secours de véritables artifices de raisonnement.

Il y a un moyen de trancher la question par une seule experience; ou au moins de resoudre *cette* question plus *particulière*: « La decomposition de l'albumine peut elle *seule* fournir la force vive pour le travail musculaire et la decomposition de matières non-azotées comme les carbhydrates et les corps gras, ne peut elle absolument pas contribuer au travail musculaire? » En effet supposons qu'on connaisse la chaleur de combustion de l'albumine et qu'on sache quelle quantité d'albumine est brûlée dans l'économie pendant un certain temps, durant lequel l'homme ait fait un travail extérieur donné en kilogrammètres. *Si dans ce cas l'équivalent mécanique de la chaleur de combustion de l'albumine brûlée se trouve moindre que le travail extérieur actuellement produit: il est demontré que ce n'est pas seulement la decomposition de matières protéiques qui peut fournir le travail musculaire.*

Les Auteurs ont fait cette expérience sur eux-mêmes. Ils ont ascensionné la montagne du « Faulhorn » près du lac de « Brienz » et analysé en même temps leurs urines. Les conditions de l'expérience sont les suivantes: pour limiter autant que possible la consommation inutile de l'albumine, les experimentateurs s'abstinrent de nourriture albumineuse dès le 29 Août à midi. Ils recueillirent 1.° les urines excrétées dès le 29 Août 6h.15' après midi jusqu'au 30 Août 5h.10' du matin; nous voulons désigner cette quantité par le nom « urines nocturnes »; 2.° on recueillit les urines excrétées de 5h.10' jusqu'à 1h.20' après midi. Les urines seront nommées « urines de travail » parceque c'est durant ce temps que se faisait l'ascension de la montagne; 3.° on mesura les urines excrétées de 1h.20' jusqu'a 7h du soir. Pendant ce temps les expérimentateurs se trouvèrent en repos au sommet du Faulhorn. Nous appellerons donc cette quantité « urines de repos ». Enfin 4.° ils mesurèrent les urines excrétées dès le 30 Août 7h du soir jusqu'au 31 Août 5h.30' du matin. Ils passèrent cette nuit au sommet du Faulhorn. Désignons la quatrième quantité d'urines comme la première « urines nocturnes ».

Le tableau suivant montre combien d'azote se trouvait dans chacune de ces quantités d'urines:

	GRAMMES D'AZOTE contenus dans les urines		GRAMMES DE MATIÈRES protéique correspondant à l'azote	
	F.	V.	F.	V.
Urines noct 29-30 .	6.9153	6.6841	46.1020	44.5607
Urines de travail. .	3.3130	3.1336	22.0867	20.8907
Urines de repos . .	2.4293	2.4165	16.1953	16.1100
Urines noct 30-31 .	4.8167	5.3462	32.1113	35.6413

Les lettres F. et V. distinguent les deux personnes soumises à l'expérience, auxquelles se rapportent les nombres. N'appliquons le calcul qu'aux nombres trouvés pour V. Les autres, donnants un résultat identique. Les auteurs prouvent d'abord par un raisonnement assez simple, qu'on ne peut admettre, que la quantité d'albumine brûlée pendant le travail soit plus grande que celle qui correspond à la somme de l' azote contenu dans les urines de travail et les urines de repos. Pour V. cette quantité d'albumine était donc tout au plus 37gr. Combien peut il être produit de chaleur par la combustion de cette quantité. Nous n'avons malheureusement pas encore des expériences sur la chaleur de combustion de l'albumine, mais nous pouvons fixer une limite supérieure pour cette quantité par des considérations théoriques, savoir celles-ci: il est tout à fait certain, qu'un gramme d'albumine ne dégage pas dans sa combustion autant de chaleur, que dégageraient brûlés à l'état libre le charbon et l'hydrogène contenus dans ce gramme d'albumine. On obtient ainsi 6.73 calories, valeur qui dépasse sûrement la chaleur produite par la combustion parfaite d'un gramme d'albumine. Elle dépasse à plus forte raison la chaleur dégagée par les actions chimiques où entre un gramme d'albumine dans le tissu musculaire, car ce n'est pas une combu-

stion *parfaite* qui y a lieu. La quantité d'albumine decomposée pendant l'ascension, étant moindre que 37^{gr}, ne peut donc fournir plus de 37×6.73 ou 249 calories en admettant même des hypothèses tout à fait extravagantes. L'equivalent mécanique de cette chaleur monte à 105825 km.

Evaluons maintenant le travail exterieur mesurable fait par V. en élevant le poids de son corps du niveau du lac jusqu'au sommet du Faulhorn. Le poids de V. y compris les vêtements d'eté etait de 76 kgr. D'autre part la hauteur du sommet du Faulhorn au dessus du lac de Brienz est d'àpres les mesures les plus exactes 1956^{m}. V. avait donc réellement fait un travail de 148656 km. C'est donc un travail plus fort que celui que la decomposition de matières protéiques donne par le calcul en faisant des suppositions vraiment ridicules en faveur de l'idée que la force musculaire découle seulement de la décomposition de composés azotés. Il est donc déjà prouvé par ces deux nombres seuls, que la combustion, de matiéres *non*-azotées doit contribuer au développement de la force musculaire.

Mais les Auteurs ne s'arrêtent pas à ce point. Ils remarquent qu'on perd neceissairement beaucoup de travail en montant; en d'autres termes qu'une bonne partie de la force vive dégagée dans les muscles existe, il est vrai, sous la forme de travail mécanique à certains moments, mais qu'elle est changée ensuite en chaleur. Or on doit supposer d'après des principes généralement admis que la force vive dégagée par des actions chimiques quelconques productrices de travail n'existe jamais toute entière comme telle, qu'au contraire une proportion assez considérable de cette force vive est primitivement développée sous forme de chaleur. Il est donc hors de doute, que le travail exterieur de 148656 km. n'est qu'une *partie* seulement, $1/_3$ ou $1/_4$ peut être, de la force vive dégagée par les actions chimiques productrices de la force musculaire. On peut donc conclure que la decomposition de l'albumine n'entre que pour très peu dans la production de la force. Cette conclusion une fois admise on acquer a une idée nette des phénomènes chimiques qui ont lieu le tissu musculaire, idée fondée sur la comparaison mentionnée dans

les considérations préliminaires. Nous pouvons regarder la fibre musculaire comme une machine *construite* à l'aide de substances protéiques. Dans cet appareil des matières *non*-azotées sont brûlées pour produire la force; tout comme la machine à vapeur, bien que construite en metal, consume du charbon pour fournir le travail. Mais dans la machine à vapeur il se lie nécessairement à la combustion productrice de travail une autre combustion ou consommation savoir l'usure du materiel de construction. Ainsi dans le muscle il faut distinguer *deux* sortes de phénomènes chimiques, les uns proprement déstinés à la production de la force, et ce sont des matières *non*-azotées qui y entrent peut être exclusivement. Les produits finaux en sont l'acide carbonique et l'eau. D'autre part il se passe inévitablement dans le muscles une usure du matériel de construction, et lorsque celui-ci est constitué par des matières protéiques, parmi les produits finaux de ce dernier ordre de phénomènes se trouve l'urée prouvenant l'azote. Cette conclusion donne aussi l'explication parfaite du phénomène mentionné plus haut, que l'exhalation de l'acide carbonique est exagérée enormément par des efforts musculaire, tandis-que l'excrétion de l'urée n'est presque nullement augmentée. En effect au notre point de vue il est très probable que l'usure du matériel de construction marche du même pas pendant le repos que pendant le travail et que la consommation seule du combustible est augmentée par le travail. De même que dans une machine à vapeur qu'on laisse toujours chauffe prête à l'action, l'oxydation des métaux, dont elle est construite, marchera à peu près du même pas pendant le repos que pendant le travail.

———ooooo-ooooo———

DI UNO SPETTROMETRO SEMPLICE. LETTERA DEL P. A. SECCHI AL PROF. *MATTEUCCI*.

Come accessorio ad una invenzione italiana (il prisma a dispersione senza rifrazione del nostro Amici) ho da comunicarle un modo semplicissimo di avere spettri stellari magnifici, anche con semplici e mediocri canocchiali. Questo consiste nel collocare alla distanza di circa quattro pollici dall' oculare comune una lente cilindrica di 2 in 3 pollici di lunghezza focale e di apertura conveniente (circa un pollice quadrato) la quale è destinata a fare una immagine lineare della stella, che veduta coll' oculare diviene un bel filo di luce. Fra la lente dell' oculare e la cilindrica si pone un prisma di Amici e lo spettrometro è fatto.

La forza dei colori e la nettezza delle immagini è sorprendente. Le dirò che con un piccolo prisma di Hoffman dei soliti spettrometri tascabili, ho non solo veduto nettamente le zone di Antares coll' ingrandimento minimo del nostro rifrattore, ma che con quello di trecento volte ho potuto risolvere anche le zone lucide del verde in righe lucide brillanti separate da linee nere. L' apertura del canocchiale può esser di pochi pollici, e si hanno buoni spettri; bastano tre in quattro pollici per le stelle di prima e seconda grandezza

Col mio nove pollici, ho avuto spettri dalle stelle di sesta e settima grandezza molto ben precisi, ed ho misurato

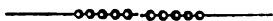
le righe di quelle di quarta e quinta. Il gran vantaggio di questo sistema è di conservare là luce. Così collo spettrometro grande di Merz io risolvo Antares in tante righe lucide benissimo nel verde, ma trovo difficoltà, per manco di luce, a farlo nel giallo e nel rosso. Col nuovo congegno posso vederle bene anche in questa parte meno refrangibile dello spettro. Le dirò che sono sorpreso come cosa così semplice sia passata inosservata, mentre può essere di grande uso agli amatori specialmente, ed esige poca spesa. Dico però che ciò serve solo per le stelle, perchè per quei corpi che danno immagine misurabile non possono servire che li spettrometri a fessura. Però avendo tentato una nebulosa planetaria, ho veduto che la zona monocromatica in cui si risolve, è così netta che non si confonderebbe mai con uno spettro di stella.

Dallo studio prolungato di questi spettri vedo che tutti si possono ridurre a tre categorie: 1.° tipo colorato, cioè di Antares, α Orione, β Pegaso ec.; 2.° tipo bianco-giallctto, come Arturo, α, Orsa maggiore ec.; 3.° tipo verde-bleu, Sirio, Lira, α, Aquila ec.

Le prime sono decomponibili in zone colorate, e queste zone in righe luminose.

Le terze sono sensibilmente continue, ed hanno tre grandi zone nere, una nel verde-bleu, l' altra nel primo violetto, l' altra all' estremo (che è però difficile a distinguersi).

Le seconde sono listate da numerose righe finissime come il nostro sole; lo spettro di Arturo pare proprio quello del sole nostro.

Roma, 17 Luglio 1866.

Avvertenza. — Nell'Articolo del sig. G. Missaghi — *Sulla determinazione quantitativa della stricnina ec.* — Vol. XXI-XXII, pag. 305, vers. 7, ove dice 0^{gr},00506 deve dire 0^{gr},000506.

GIUGNO (1)

PERIODO	TEMPERATURA CENTIGRADA					IGROM°	ACQUA	BAROMETRO, ALTEZZA OSSERVATA					STATO DEL CIELO giorni			VENTO
	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	a capello	caduta	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	sereni	misti	nuvoli	dominante
							mm	mm	mm		mm					
1.ª Decade	+20°.8	+27°.5	6	+15°0	5	78°.1	3.04	761.95	765.75	5	756.35	2	3	7	0	SO
2.ª »	+21.1	+28.1	20	+13.0	11	78.4	2.78	762.33	767.25	18	757.75	11	6	4	0	NNO
3.ª »	+22.9	+30.0	23	+14.7	29	74.6	3.00	764.39	767.80	23	757.20	27	8	2	0	NNO

LUGLIO

PERIODO	TEMPERATURA CENTIGRADA					IGROM°	ACQUA	BAROMETRO, ALTEZZA OSSERVATA					STATO DEL CIELO giorni			VENTO
	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	a capello	caduta	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	sereni	misti	nuvoli	dominante
							mm	mm	mm		mm					
1.ª Decade	+22°.4	+30°.5	10	+14°5	1	72°.3	0.00	762.28	764.15	5	760.35	9	4	6	0	S
2.ª »	+25.5	+33.0	11	+19.0	11	74.2	0.00	763.85	767.00	17	760.35	19	6	4	0	OSO
3.ª »	+26.0	+33.5	31	+20.5	23	73.4	0.00	764.39	769.25	31	762.50	23	8	3	0	NNO

(1) *Continuazione.* Vedi pag. 428 del volume XXI-XXII.

AGOSTO

PERIODO	TEMPERATURA CENTIGRADA					IGROM°	ACQUA	BAROMETRO, ALTEZZA OSSERVATA					STATO DEL CIELO giorni			VENTO
	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	a capello	caduta	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	sereni	misti	nuvoli	dominante
							mm	mm	mm		mm					
1.ª Decade	+26°.9	+32°.0	1	+22°0	4	79°.5	0.00	764.93	768.50	1	758.15	10	9	1	0	NNO
2.ª »	+22. 2	+29. 5	11	+13.7	15	77. 0	41.53	762.97	767.60	12	758.60	11	3	5	2	NNO
3.ª »	+21. 9	+30. 0	22	+13.0	28	72. 3	4.59	765.27	769.80	31	757.55	24	8	3	0	NNO

SETTEMBRE

PERIODO	TEMPERATURA CENTIGRADA					IGROM°	ACQUA	BAROMETRO, ALTEZZA OSSERVATA					STATO DEL CIELO giorni			VENTO
	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	a capello	caduta	media	massima	nel giorno	minima	nel giorno	sereni	misti	nuvoli	dominante
							mm	mm	mm		mm					
1.ª Decade	+20°.3	+26°.0	8	+15°2	1	83°.6	26.45	765.55	769.55	9	757.15	4	8	2	0	N
2.ª »	+20. 7	+26. 0	11	+15.0	16	89. 4	64.39	763.21	766.55	11	760.00	20	3	4	3	S
3.ª »	+18. 0	+25. 2	23	+10.2	29	82. 7	6.97	766.09	770.30	27	760.35	30	7	2	1	NNO

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80

Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, ossia una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prèzzo di associazione.

Le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *L. Ungher* — *Tipografia Pieraccini*, od a Firenze al sig. *Andrea Brouzet.*

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa

NELL' ANNO 1844

DAI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA

E CONTINUATO

DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE e NATURALI

DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXV.

FEBBRAIO E MARZO

(Pubblicato il 25 Febbraio 1867)

1867.

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

da Febr/April

INDICE

TEORIA DELLA CAPILLARITA'; DEL PROF. ENRICO BETTI.

1.

Forze di coesione e di adesione.

Ciascuno elemento di un fluido è sottoposto a una azione degli elementi che lo circondano e gli sono vicini, la quale si manifesta nei liquidi per la resistenza che offrono quando si vogliono ridurre in parti separate, nei fluidi aeriformi quando si tolgono gli ostacoli alla loro espansione. Se un elemento di un fluido si trova in vicinanza di un solido è sottoposto anche a un' azione del solido stesso, che si manifesta colla resistenza che s' incontra volendo distaccare il fluido dal solido. Senza indagare le ragioni di queste azioni le potremo sempre riguardare come prodotte da forze che si esercitano dagli elementi dei fluidi tra loro, e dagli elementi solidi sopra i fluidi e reciprocamente, e che dipendono soltanto dalla posizione relativa degli elementi quando la temperatura è invariabile. Le forze che agiscono tra gli elementi di uno stesso fluido si chiamano *forze di coesione*, e quelle che agiscono tra gli elementi di due fluidi differenti, o di un fluido e di un solido si dicono *forze di adesione*.

Ambedue queste specie di forze si esercitano soltanto a piccole distanze, perchè le loro azioni sono indipendenti dalle masse dei fluidi o dei solidi che si trovano a distanza non piccola dal punto dove l'azione si esercita.

Un' altra proprietà hanno queste forze che si deduce dal principio fondamentale della Fisica moderna: il principio della *conservazione delle forze*; e che consiste nell' avere esse una funzione potenziale.

Infatti, sia un sistema fluido A in contatto con un sistema solido B, e siano X, Y, Z le componenti secondo i tre assi delle forze di coesione e di adesione sopra un punto (x, y, z) del fluido. Se la densità del fluido varia con continuità da un punto all' altro, X, Y, Z saranno funzioni continue dei punti dello spazio occupato dal fluido. Supponiamo ora che le forze di coesione e di adesione non abbiano una funzione potenziale; cioè che il trinomio:

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$$

non sia il differenziale esatto di una funzione, che quando esiste si chiama funzione potenziale. Le tre quantità:

$$\xi = \frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy}$$

$$\eta = \frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz}$$

$$\zeta = \frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}$$

non saranno eguali a zero altro che per valori particolari di x, y e z.

Denotando con v la velocità dell' elemento dm del fluido, con v_0 la velocità iniziale, avremo la nota equazione delle forze vive:

$$\frac{1}{2}\int v^2 dm - \frac{1}{2}\int v_0^2\, dm = \int dm \int_0^s \left(X\frac{dx}{ds} + Y\frac{dy}{ds} + Z\frac{dz}{ds}\right) ds$$

dove gl' integrali relativi a dm sono integrali tripli che debbono estendersi a tutto lo spazio occupato dal fluido, e gli integrali relativi a ds sono estesi a tutta la linea percorsa da ciascun punto nel passare dallo stato iniziale allo stato in cui sono animati dalle velocità v.

Se imaginiamo ora che il sistema dopo un moto qualunque ritorni allo stato primitivo, quando le forze che agiscono nel medesimo hanno una funzione potenziale ϕ, abbiamo:

$$X\, dx + Y\, dy + Z\, dz = d\phi,$$

e quindi:

$$\frac{1}{2}\int v^2\, dm - \frac{1}{2}\int v_0^2\, dm = \int (\phi - \phi_0)\, dm\,;$$

e se le forze dipendono dalla sola posizione relativa degli elementi del sistema, quando ritorna nel medesimo stato, è chiaro che la funzione potenziale deve riprendere lo stesso valore, quindi $\phi = \phi_0$ e abbiamo:

$$\int v^2\, dm = \int v_0^2\, dm\,;$$

cioè quando il sistema ritorna allo stato primitivo, qualunque siano i movimenti per i quali è passato, la forza viva non è nè aumentata nè diminuita. Ma quando non esiste una funzione potenziale, cioè quando ξ, η e ζ sono differenti da zero, gl' integrali:

$$I = \int (X\, dx + Y\, dy + Z\, dz)$$

estesi a tutta la linea percorsa dall' elemento che si considera, anche se questa linea è chiusa, e l' elemento torna al punto preciso di partenza, non sono più eguali a zero. Infatti sia c la curva chiusa percorsa dal punto (x, y, z), e

imaginiamo per questa curva condotta una superficie S continua, che non si estenda all' infinito ed abbia una sola falda, se poniamo:

$$p = \frac{dz}{dx}, \quad q = \frac{dz}{dy},$$

le derivate $\frac{dz}{dx}, \frac{dz}{dy}$ essendo tratte dalla equazione della superficie S; poichè l' integrale I deve prendersi lungo la linea c che si trova sopra S, avremo:

$$dz = p\, dx + q\, dy,$$

e quindi:

$$\mathrm{I} = \int_0^l \left((\mathrm{X} + \mathrm{Z}p) \frac{dx}{ds} + (\mathrm{Y} + \mathrm{Z}q) \frac{dy}{ds} \right) ds$$

$$= \iint \left(\frac{d(\mathrm{X} + \mathrm{Z}p)}{dy} - \frac{d(\mathrm{Y} + \mathrm{Z}q)}{dx} \right) dx\, dy,$$

essendo l la lunghezza della linea c; e l' integrale doppio dovendo estendersi a tutta la proiezione della superficie S sopra il piano delle $x\,y$.

Effettuando le derivazioni abbiamo:

$$\mathrm{I} = \iint (\zeta - p\, \xi - q\, \eta)\, dx\, dy.$$

Ponendo:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = \rho^2,$$

$$\xi = \rho \cos \lambda,$$

$$\eta = \rho \cos \mu,$$

$$\zeta = \rho \cos \nu,$$

e denotando con α, β, γ gli angoli che la normale alla superficie S fa con i tre assi, abbiamo:

$$I = \iint \rho (\cos\lambda \cos\alpha + \cos\mu \cos\beta + \cos\nu \cos\gamma) \frac{dx\, dy}{\cos\gamma}$$

onde:

$$I = \int \rho \cos (\rho, n)\, d\, S$$

essendo (ρ, n) l'angolo che la normale fa colla retta la cui direzione cogli assi fa gli angoli λ, μ, ν.

Ora si potrà prendere la linea c e la superficie S in modo che *cos* (ρ, n) conservi sempre lo stesso segno, e quindi I sia differente da zero, e poichè percorrendo la linea c in senso contrario I muta segno, si potrà avere sempre per I un valore positivo, e quindi:

$$\int I\, dm$$

avrà tutti gli elementi positivi e sarà perciò differente da zero. Dunque potremo dar tali movimenti al sistema che quando torna al primitivo stato si abbia:

$$\frac{1}{2}\int v^2\, dm - \frac{1}{2}\int v_0^2\, dm$$

differente da zero, e quindi una variazione nella forza viva del sistema senza che esso rimanga alterato, senza nessuna azione esterna: il che contradice al principio della conservazione della forza.

Una terza proprietà delle forze di coesione e di adesione si deduce dal principio dell'eguaglianza fra l'azione e la reazione, ed è che quando si hanno due sistemi B ed A che agiscono l'uno sull'altro, il potenziale di B sopra A è eguale al potenziale di A sopra B.

Queste tre proprietà saranno il fondamento della teoria della capillarità, che andiamo ad esporre.

2.

Potenziale di un sistema di fluidi a contatto tra loro e con corpi solidi.

Siano dati più fluidi: $A_1, A_2, \ldots A_n$ a contatto tra loro e con i corpi solidi: $B_1, B_2, \ldots B_m$. Siano:

$\rho_1, \rho_2, \ldots \rho_n$ le rispettive densità dei fluidi;
$V_1, V_2, \ldots V_n$ gli spazi che rispettivamente essi occupano;
$S_1, S_2, \ldots S_n$ le loro superficie libere;
$S_{tt'}$ la superficie che separa A_t da $A_{t'}$;
$S'_{tt'}$ la superficie che separa A_t da $B_{t'}$;
$\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_n$ le funzioni potenziali dei fluidi sopra i loro elementi;
$\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_n$ le funzioni potenziali di tutti i solidi B sopra i fluidi;
$\theta_{tt'}$ la funzione potenziale del fluido A_t sopra il fluido $A_{t'}$.

Il potenziale del sistema degli n fluidi sarà:

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n \int_{V_t} (\phi_t + 2\,\psi_t + 2\,\Sigma\,\theta_{t't} + 2\,g\,z)\,\rho_t\,dv\,.$$

L' equilibrio del sistema si otterrà ponendo eguali a zero le variazioni prime di P risultanti dalle variazioni della densità dei fluidi, e dagli spostamenti dei punti che non mutano le densità, colla condizione che resti invariabile la massa totale di ciascun fluido.

Potremo considerare separatamente le variazioni dovute ai cangiamenti di densità e quelle derivanti dagli spostamenti che non mutano le densità.

Per tenere conto della invariabilità delle masse porremo eguale a zero la variazione della funzione:

$$W = \frac{1}{2} \sum_{1}^{n} \int_{V_t} (\phi_t + 2\psi_t + 2\Sigma\,\theta_t{}'_t + 2gz + 2k_t)\,\rho_t\,dv\,;$$

dove k_t è una costante se la massa di tutto il liquido A_t è invariabile. Se però le particelle del liquido non sono perfettamente mobili, e trovano un impedimento a passare da uno ad un altro strato del medesimo, in guisa che la massa in ciascuno di questi strati sia invariabile, k_t si dovrà prendere costante in ciascuno di questi strati e variabile da uno all' altro.

Variando ρ_t variano soltanto le funzioni:

$$\phi_t\,,\ \theta_{t,1}\,,\ \theta_{t,2}\,,\ \ldots\ \theta_{t,t-1}\,,\ \theta_{t,t+1}\,,\ \ldots\ \theta_{tn}\,.$$

Quindi:

$$\delta W = \frac{1}{2} \sum_{1}^{n} \Big[\int_{V_t} (\phi_t + 2\psi_t + 2\Sigma\theta_t{}'_t + 2gz + k_t)\,\delta\rho_t\,dv$$

$$+ 2\int_{V_1} \rho_1\,\delta\theta_{t_1}\,dv + 2\int_{V_2} \rho_2\,\delta\theta_{t_2}\,dv\ \ldots$$

$$+ 2\int_{V_{t-1}} \rho_{t-1}\,\delta\theta_{t,t-1}\,dv + 2\int_{V_{t+1}} \rho_{t+1}\,\delta\theta_{t,t+1}\,dv + \ldots$$

$$+ \int_{V_t} \delta\phi_t\,\rho_t\,dv \Big].$$

Ora se Φ_1 è la funzione potenziale di un sistema A_2 sopra i punti di un sistema A_1 e Φ_2 la funzione potenziale del sistema A_1 sopra i punti del sistema A_2, ρ_1 la densità di A_1, ρ_2 la densità di A_2 V_1 e V_2 gli spazi rispettivamente occupati

da A_1 e A_2, per la terza proprietà delle forze di adesione e di coesione, avremo:

$$\int_{V_1} \Phi_1 \rho_1 \, dv = \int_{V_2} \Phi_2 \rho_2 \, dv ,$$

e questa eguaglianza sussisterà anche se gli spazi V_1 e V_2 coincidono in tutto o in parte. Questo teorema è la generalizzazione di uno dato da *Gauss* per le forze che agiscono secondo la legge di *Newton* (1).

Pertanto avremo:

$$\int_{V_t} \rho_t \, \delta \varphi_t \, dv = \int_{V_t} \varphi_t \, \delta \rho_t \, dv ,$$

$$\int_{V_t'} \rho_t' \, \delta \theta_{t t'} dv = \int_{V_t} \theta_{t' t} \, \delta \rho_t \, dv ;$$

e quindi:

$$\delta W = \int_{V_t} \Big(\varphi_t + \psi_t + 2\theta_{1\,t} + 2\theta_{2\,t} + \ldots 2\theta_{t-1,\,t} + 2\theta_{t+1,\,t} + \ldots 2\theta_{n\,t}$$

$$+ g z + k_t \Big) \, \delta \rho_t \, dv ,$$

e questa variazione dev' essere eguale a zero, qualunque siano le variazioni $\delta\rho_t$ nei differenti punti dello spazio V_t. Avremo dunque:

$$(1) \qquad \varphi_t + \psi_t + 2 \Sigma \, \theta_{t' t} + g z + k_t = o .$$

Riducendo con queste equazioni il valore di W, abbiamo:

$$(2) \qquad W = \sum_1^n \int_{V_t} (k_t + \psi_t + g z) \, \rho_t \, dv .$$

(1) Vedi *Journal de Liouville*. Année 1842, pag. 301.

Nei punti che si trovano nell' interno del fluido A_t distanti dalle superficie che limitano lo spazio occupato da esso, di lunghezze maggiori della distanza a cui si estende l'azione delle forze di adesione, le funzioni ψ_t e $\theta_{t}'_{t}$ sono costanti e vi si possono prendere eguali a zero, perchè ogni funzione potenziale contiene una costante arbitraria sommata colla parte variabile le cui derivate danno le componenti dell' azione. Quindi dalla equazione (1) si deduce per questi punti:

$$(3) \qquad \phi_t + gz + k_t = o ;$$

e poichè questa massa interna è invariabile e quindi anche k_t costante, ϕ_t sarà variabile di quantità dell' ordine di gdz, che è molto piccolo in confronto delle forze di coesione; ossia la funzione ϕ_t varierà solo per il peso del liquido che sovrasta a ogni punto. Ora il valore di ϕ_t in ogni punto di A_t a temperatura invariabile dipende unicamente dalla distribuzione della densità che si ha intorno a quel punto. Dunque la densità nei punti di A_t distanti dalla superficie più della distanza a cui si estende l' azione delle forze di adesione potrà riguardarsi come costante, e denoteremo con ρ_t' il valore della medesima.

Consideriamo ora i punti di A_t la cui distanza da S_t è minore di quella a cui si estende l'azione delle forze di coesione, e la cui distanza dalle superficie $S_{tt'}$ ed $S'_{tt'}$ è maggiore di quella a cui si estende l' azione delle forze di adesione.

Se dividiamo lo strato compreso tra la superficie S_t ed una superficie parallela e distante del raggio di attività delle forze di coesione, in un numero grandissimo di strati paralleli, in ciascuno di questi si potranno senza errore sensibile riguardare costanti ϕ_t, k_t e ρ_t. Ma queste quantità non potranno conservare tutte lo stesso valore nel passare da uno strato all' altro, e potranno darsi tre casi:

1.° Sarà costante ρ_t come hanno supposto *Laplace* e *Gauss*. Allora poichè uno strato più interno riceve la stessa azione dalla parte interna del fluido A_t e un' azione mag-

giore dalla parte esterna del fluido, di uno strato meno interno, ϕ_t sarà necessariamente variabile da strato a strato, e quindi per l'equazione (3) lo stesso avrà luogo anche per k_t.

2.° Sarà costante k_t. Allora dalla equazione (3) si deduce che anche ϕ_t potrà riguardarsi come costante non solo in ogni strato parziale, ma in tutto lo strato di grossezza del raggio di attività delle forze di coesione, e quindi ρ_t sarà in questo strato variabile colla distanza della superficie, e ϕ_t, k_t vi si potranno prendere eguali allo zero.

3.° Saranno variabili ρ_t, k_t e quindi anche ϕ_t colla distanza dalla superficie.

Il primo caso potrebbe aver luogo soltanto se le forze di coesione non fossero capaci di variare la densità del liquido; il secondo porterebbe alla conseguenza che alle superficie S_t non vi sarebbe azione alcuna delle forze di coesione, e quindi il liquido sarebbe soggetto alla sola forza di gravità, nei punti distanti dalle superficie $S_{tt'}$ e $S'_{tt'}$ più del raggio di attività delle forze di adesione, e quindi la superficie S_t vi dovrebbe essere piana, il che contradice alla esperienza. Quindi rimane possibile soltanto l'ultimo caso.

Lo stesso può dirsi degli strati aderenti alle superficie $S_{tt'}$ e $S'_{tt'}$.

La variabilità di k_t dall'uno all'altro degli strati superficiali porta alla conseguenza che in ciascuno di questi strati la massa del liquido sia invariabile, come abbiamo notato precedentemente, e che quindi le particelle del liquido non siano perfettamente mobili in vicinanza della superficie, ma vi sia un impedimento al passaggio di esse da uno strato ad un altro. Se k_t variasse col tempo vorrebbe dire che questo passaggio potrebbe aver luogo ma richiederebbe un certo tempo ad effettuarsi.

Non ci tratterremo qui nell'indagini relative alla spiegazione di questi impedimenti che rendono possibile la variabilità da strato a strato di ambedue le quantità ρ_t e k_t e prenderemo piuttosto la medesima come un fatto sperimentale. Osserveremo soltanto che l'equilibrio interno non ha luogo nei corpi, e che le nozioni che hanno portato nella

scienza i fatti della termodinamica fanno ritenere che l'equilibrio apparente non sia altro che uno stato permanente di moti rapidissimi. Quindi se si tratta di un fluido come se fosse composto di punti in equilibrio sotto l'azione di forze che agiscono tra i medesimi, probabilmente sostituiamo uno stato ideale a quello reale e per ottenere risultati conformi all'esperienza bisogna da questa prendere i dati necessari per istabilire la equivalenza tra lo stato di equilibrio supposto e la permanenza dei moti, dei quali i fatti sin qui osservati ci rivelano la esistenza e non la natura.

Denotiamo con η_t la grossezza dello strato presso la superficie libera in cui è variabile k_t e la densità ρ_t; con $\eta_{tt'}$ la grossezza dello strato di densità variabile presso la superficie $S_{tt'}$, e con $\eta'_{tt'}$ la grossezza dello strato di densità variabile presso la superficie $S'_{tt'}$.

È chiaro che denotando con V'_t lo spazio interno di A_t in cui la densità del liquido A_t può riguardarsi come costante, avremo:

$$W = \sum_1^n \Big\{ \rho'_t k_t \int_{V'_t} dv + \rho'_t g \int_{V_t} z\, dv$$

$$+ \int_{S_t} ds_t \int_0^{\eta_t} \alpha_t\, dp_t \Big((\varphi_t + \psi_t + k_t)\, \rho_t + (\rho_t - \rho'_t)\, g\, z \Big)$$

$$+ \int_{S_{tt'}} ds_{tt'} \int_0^{\eta_{tt'}} \alpha_{tt'}\, dp_{tt'} \Big((\varphi_t + \psi_t + k_t)\, \rho_t + (\rho_t - \rho'_t)\, g\, z \Big)$$

$$+ \int_{S'_{tt'}} ds'_{tt'} \int_0^{\eta'_{tt'}} \alpha'_{tt'}\, dp'_{tt'} \Big((\varphi_t + \psi_t + k_t)\, \rho_t + (\rho_t - \rho'_t)\, g\, z \Big) \Big\}.$$

Dove $\alpha_t\, dp_t\, ds_t$, $\alpha_{tt'}\, dp_{tt'}\, ds_{tt'}$, $\alpha'_{tt'}\, dp'_{tt'}\, ds'_{tt'}$, sono rispettivamente gli elementi degli strati aderenti alle superficie S_t, $S_{tt'}$, $S'_{tt'}$, e quindi α_t, $\alpha_{tt'}$, $\alpha'_{tt'}$ sono funzioni delle distanze da queste superficie e dei punti delle medesime.

Ponendo:

$$\int_0^{\eta_\iota} \alpha_\iota\, dp_\iota\, (k_\iota + \psi_\iota)\, \rho_\iota = a_\iota\,,$$

$$\int_0^{\eta_{\iota\iota'}} \alpha_{\iota\iota'}\, (k_\iota + \psi_\iota)\, \rho_\iota\, dp_{\iota\iota'} = a_{\iota\iota'},$$

$$\int_0^{\eta'_{\iota\iota'}} \alpha'_{\iota\iota'}\, dp'_{\iota\iota'}\, (k_\iota + \psi_\iota) = b_{\iota\iota'}\,,$$

$$\int_0^{\eta'_{\iota\iota'}} \alpha'_{\iota\iota'}\, dp'_{\iota\iota'}\, (\rho_\iota - \rho_\iota') = \mu_{\iota\iota'},$$

trascurando il peso risultante dalle condensazioni alle superficie S_ι e $S_{\iota\iota'}$, e riguardando z costante col variare della normale $p'_{\iota\iota'}$, ed aggiungendo:

$$\sum_1^n c_\iota \int_{V_\iota} d\, v$$

per esprimere la condizione della invariabilità della massa di ciascun fluido, abbiamo per la funzione W, le cui variazioni risultanti dagli spostamenti che non mutano le densità poste eguali a zero daranno l' equilibrio:

$$(4) \qquad W = \sum_1^n \Big\{ \rho'_\iota\, k_\iota\, V'_\iota + \int_{S_\iota} a_\iota\, ds + \int_{S_{\iota\iota'}} a_{\iota\iota'}\, ds$$

$$+ \int_{S'_{\iota\iota'}} b_{\iota\iota'}\, ds + g \int_{S'_{\iota\iota'}} \mu_{\iota\iota'}\, z\, ds$$

$$+ \int_{V_\iota} (\rho_\iota'\, g\, z + c_\iota)\, dv \Big\}\,.$$

3.

Variazione del potenziale.

Se poniamo:

$$p = \frac{dz}{dx}, \quad q = \frac{dz}{dy},$$

$$P = \sqrt{1 + p^2 + q^2},$$

le derivate di z essendo dedotte dalla equazione della superficie S, avremo:

$$\int_S a\, ds = \iint a\, P\, dx\, dy,$$

dove l' integrale doppio dev' estendersi a tutta quanta la proiezione della superficie S sopra il piano delle x, y.

Ora osserviamo che le a che compariscono negl' integrali della formula (4) sono della forma seguente:

$$a = \int a\, dp\, (k + \psi)\, \rho,$$

dove ψ ha un valore costante a distanza non piccolissima dal contorno della superficie S, e se questo contorno è sopra la superficie di un solido in vicinanza del contorno è rapidamente variabile con continuità. Lo stesso può dirsi della densità ρ, la quale anzi sarà variabile in vicinanza del contorno anche quando questo si trovi sopra altri fluidi. Quindi a potrà riguardarsi come costante in distanza dal contorno, ma in vicinanza di questo è rapidamente variabile, e sul contorno avrà un valore sensibilmente differente da quello che ha negli altri punti della superficie, e dipendente dalla natura dei liquidi e dei solidi che s' intersecano sopra quel contorno e potrà anche dipendere dalla maggiore o minore curvatura delle superficie dei solidi sopra i quali si trova lo stesso contorno.

Per le b che compariscono negl' integrali della formula (4) si può ripetere lo stesso, e potranno riguardarsi costanti per tutta la superficie fuori che nei punti vicinissimi al contorno, dove avranno valori dipendenti dalla natura dei fluidi che vi terminano.

Osserviamo inoltre che se le quantità a e b variassero sensibilmente da un punto all' altro della superficie anche in distanza dal contorno, pure si potrebbero ritenere come indipendenti dalle variazioni di forma della superficie, ammettendo che le variazioni della distribuzione di densità negli strati superficiali richieda un certo tempo per effettuarsi come tenderebbero a dimostrare le esperienze di *Quinke* sopra la mutabilità della superficie capillare del mercurio [1], e come saremmo indotti a supporre volendo spiegare la variabilità di k_1 sopra notata.

Pertanto se denotiamo con $\delta_1 z$ la variazione di z per la mutazione di forma della superficie, e con δx, δy, δz le variazioni delle coordinate dovute allo spostamento dei punti stessi sulla superficie, per cui:

$$\delta z = \delta_1 z + p\,\delta x + q\,\delta y,$$

per uno spostamento arbitrario dei punti della superficie S, avremo la variazione:

$$\delta \int_S a\,ds = \iint dx\,dy \left[\frac{d\,(a\mathrm{P}\,\delta x)}{dx} + \frac{d\,(a\mathrm{P}\,\delta y)}{dy} + a\left(\frac{d\mathrm{P}}{dp}\delta p + \frac{d\mathrm{P}}{dq}\delta q\right)\right]$$

$$= \int_0^l a\,d\sigma \left[\left(\mathrm{P}\,\delta y + \frac{p}{\mathrm{P}}\delta_0 z\right)\frac{dx}{d\sigma} - \left(\mathrm{P}\,dx + \frac{p}{\mathrm{P}}\delta_0 z\right)\frac{dy}{d\sigma}\right]$$

$$- \iint \delta_1 z\,dx\,dy \left(\frac{d\,\frac{ap}{\mathrm{P}}}{dx} + \frac{d\,\frac{aq}{\mathrm{P}}}{dy}\right),$$

dove l esprime la lunghezza del contorno σ.

(1) Vedi Poggendorff *Ann. der Phisik und Chemie* B. 105.

Siano ora: α, β, γ i coseni degli angoli che la normale N alla superficie S fa con i tre assi; α', β', γ' quegli degli angoli della tangente T al contorno σ; α'', β'', γ'' i coseni degli angoli che la retta T' normale a T e ad N fa con i tre assi. Avremo:

$$\alpha = -\frac{p}{P}, \quad \beta = -\frac{q}{P}, \quad \gamma = \frac{1}{P},$$

$$\alpha' = \frac{dx}{d\sigma}, \quad \beta' = \frac{dy}{d\sigma}, \quad \gamma' = \frac{dz}{d\sigma}$$

$$\alpha'' = \beta\gamma' - \beta'\gamma, \quad \beta'' = \gamma\alpha' - \alpha\gamma', \quad \gamma'' = \alpha\beta' - \alpha'\beta.$$

Quindi:

$$\delta_1 z = \frac{\alpha\,\delta x + \beta\,\delta y + \gamma\,\delta z}{\gamma},$$

$$\left(P\,\delta y + \frac{p}{P}\,\delta_1 z\right)\frac{dx}{d\sigma} - \left(P\,\delta x + \frac{q}{P}\,\delta_1 z\right)\frac{dy}{d\sigma}$$

$$= \frac{\alpha'\delta y - \beta'\delta x + (\alpha\beta' - \beta\alpha')\,(\alpha\,\delta x + \beta\,\delta y + \gamma\,\delta z)}{\gamma}$$

$$= \alpha''\,\delta x + \beta''\,\delta y + \gamma''\,\delta z.$$

Denotando con δr lo spostamento le cui proiezioni sopra i tre assi sono δx, δy, δz, si ha:

$$\delta x = \delta r \cos(x, r),$$

$$\delta y = \delta r \cos(y, r),$$

$$\delta z = \delta r \cos(z, r),$$

onde:

$$\delta_1 z = \delta r \,\frac{\cos(N, r)}{\gamma}.$$

Denotando con δu, δv, δw le proiezioni dello spostamento δr dei punti del contorno σ, sopra due direzioni ortogo-

nali qualunque u e v nel piano normale al contorno σ, e sopra la tangente a σ, avremo:

$$\delta x = \delta u \cos(u, x) + \delta v \cos(v, x) + \alpha' \delta w ,$$
$$\delta y = \delta u \cos(u, y) + \delta v \cos(v, y) + \beta' \delta w ,$$
$$\delta z = \delta u \cos(u, z) + \delta v \cos(v, z) + \gamma' \delta w ,$$

Onde osservando che si ha:

$$\alpha' \alpha'' + \beta' \beta'' + \gamma' \gamma'' = o ,$$

si ottiene:

$$\alpha'' \delta x + \beta'' \delta y + \gamma'' \delta z = \delta u \cos(T', u) + \delta v \cos T', v) .$$

Abbiamo inoltre:

$$\frac{d \frac{p}{P}}{dx} + \frac{d \frac{q}{P}}{dy} = - \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) ,$$

essendo R ed R' i raggi di massima e di minima curvatura della superficie.

Sostituendo questi valori nella variazione dell' integrale, dove porremo anche P ds in luogo di $dx\ dy$, si ottiene:

$$(5)\quad \delta \int_S a\, ds = \int_o^l a\, d\sigma \left(\delta u \cos(T' u) + \delta v \cos(T', v)\right)$$
$$+ \int_S ds\, \delta r \cos(N, r) \left\{ a \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + \alpha \frac{da}{dx} + \beta \frac{da}{dy} \right\} .$$

Ora poichè a si può riguardare come costante sopra la superficie S nei punti distanti dal contorno, e sui punti del contorno ha un valore a^0 differente da a, avremo:

$$(6)\quad \delta \int_S a\, ds = \int_o^l a^0\, d\sigma \left(\delta u \cos(T' u) + \delta v \cos(T' v)\right)$$
$$+ a \int_S ds\, \delta r \cos(N, r) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) .$$

Se il contorno di S è sopra la superficie S' di un solido, il fluido è obbligato a muoversi sopra la superficie di questo solido. Quindi prendendo per v la direzione della normale T'' alla tangente a σ, nel Piano tangente alla superficie S', δu sarà eguale a zero, e

$$\cos(T', v) = \cos(T', T'') = \cos\omega,$$

denotando con ω l' angolo dei piani tangenti alle superficie S ed S' lungo la linea di loro intersezione, e quindi:

$$(7) \quad \delta\int_S a\, ds = \int_o^l a^0\, d\sigma \cos\omega\, \delta T'' + a\int_S ds\, \delta r \cos(N\, r)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right).$$

Se poi la superficie S è di forma invariabile, è la superficie di un solido come negl' integrali:

$$\int_{S'_{u'}} b_{u'}\, ds\,,$$

che compariscono nella formula (4), avremo:

$$\delta_1 z = \delta r \cos(N, r) = o\,,$$

e prendendo per v la direzione T', sarà:

$$\delta u = o\,,$$

poichè il fluido non può muoversi normalmente alla superficie, e cos (T', v) = cos (T', T') = 1. Onde:

$$(8) \qquad \delta\int_S b\, ds = \int_o^l b^0\, \delta T'\, d\sigma\,.$$

Gl' integrali tripli che compariscono nella formula (4) sono della forma:

$$\int_V a\,dv\,,$$

dove a è funzione delle coordinate x, y, z. Variando la forma della superficie S che limita lo spazio V e spostando comunque gli elementi, abbiamo:

$$\delta\int_V a\,dv = \delta\iiint a\,dx\,dy\,dz = \iiint\left(\frac{d\,(a\delta x)}{dx} + \frac{d(a\delta y)}{dy} + \frac{d(a\delta z)}{dz}\right)dx\,d$$

$$= \int_S a\,(\alpha\,\delta x + \beta\,\delta y + \gamma\,\delta z)\,ds = \int_S a\gamma\;ds\,\delta_1 z\,,$$

denotando con α, β, γ i coseni degli angoli che la normale ad S fa cogli assi.

Per le porzioni della superficie che chiude lo spazio V che appartengono a un corpo solido, e che sono di forma invariabile, abbiamo:

$$\delta_1 z = o\,;$$

ed essendo:

$$\gamma\,\delta_1 z = \delta r \cos(\mathrm{N}, r)\,,$$

si ottiene:

$$(9)\qquad \delta\int_V a\,dv = \int_S a\,ds\;\delta r\;\cos(\mathrm{N}\,r)\,,$$

dove l'integrale del secondo membro deve estendersi soltanto alla parte della superficie che chiude lo spazio V che è libera, o che è a contatto con un altro fluido.

Colle formule (5), (7), (8) e (9) abbiamo la variazione di ciascuno dei termini del valore di W dato dalla formula (4).

4.

Superficie di capillarità.

Per determinare la superficie libera S_t del fluido A_t o la superficie $S_{tt'}$ che lo separa dal fluido $A_{t'}$, basterà porre eguale a zero la variazione prima del potenziale W, derivante dalla mutazione di forma dell' una o dell' altra superficie. Considereremo soltanto le superficie $S_{tt'}$, perchè le superficie S_t si possono riguardare come superficie $S_{tt'}$ per le quali il fluido $A_{t'}$ ha la densità eguale a zero.

La mutazione di forma della superficie $S_{tt'}$ produce variazione soltanto nella seguente parte del potenziale W :

$$\int\limits_{S_{tt'}} a_{tt'}\, ds + \int\limits_{V_t} (\rho_t\, gz + c_t)\, dv + \int\limits_{V_t'} (\rho_t'\, gz + c_t')\, dv,$$

quando non si dia alcuno spostamento ai punti che si trovano sopra la intersezione di $S_{tt'}$ cogli altri fluidi e con i solidi.

Dalla formula (5), ponendovi :

$$\delta u = o, \quad \delta v = o,$$

perchè i punti del contorno si suppongono immobili, e :

$$\frac{da}{dx} = o, \quad \frac{da}{dy} = o;$$

si ottiene :

$$\delta \int\limits_{S_{tt'}} a_{tt'}\, ds = \int\limits_{S_{tt'}} a_{tt'} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) ds\, \delta r \cos(N, r),$$

e dalla formula (9):

$$\delta\int_{V_t}(\rho_t gz + c_t)\,dv = \int_{S_{tt}''}(\rho_t gz + c_t)\,ds\,\delta r\cos(N, r)\ ,$$

$$\delta\int_{V_t'}(\rho_t' gz + c_t')\,dv = -\int_{S_{tt}'}(\rho_t' gz + c_t')\,ds\,\delta r\cos(N, r)\ ;$$

perchè rispetto agli spazi V_t e V_t' la normale è diretta in senso contrario.

Pertanto la variazione prima dovuta alla mutazione di S_{tt}' è:

$$\int_{S_{tt}'} ds\,\delta r\cos(N\,r)\left[c_t - c_t' + g(\rho_t - \rho_t')z + a_{tt}'\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)\right],$$

la quale dovendo annullarsi qualunque siano i valori di δr in ciascun punto della superficie, darà:

$$(10)\qquad c_t - c_t' + g(\rho_t - \rho_t')\,z + a_{tt}'\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = o\ ,$$

e questa sarà l'equazione della superficie separatrice dei due liquidi A_t ed A_t'.

Per la superficie libera S_t si dovrà porre:

$$\rho_t' = o\ ,$$

e avremo:

$$(11)\qquad c_t + g\,\rho_t\,z + a_t\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = o\ .$$

La equazione (10) contiene due costanti indeterminate c_t e c_t', e la equazione (11) una costante indeterminata c_t.

Queste si determineranno mediante i valori di z nei punti dove la superficie è piana, e dove in conseguenza:

$$R = \infty\,, \quad R' = \infty\,,$$

e i valori di z in questi punti si otterranno colle note leggi della idrostatica.

Ma poichè la somma delle inverse dei raggi di curvatura contiene le derivate seconde di z, tanto la equazione (10) quanto la (11) non possono bastare alla determinazione della rispettiva superficie di capillarità, e occorrerà conoscere ancora altre condizioni ai limiti.

5.

Angoli delle superficie di capillarità tra loro e con i solidi.

Il contorno della superficie $S_{tt'}$ potrà esser composto di una sola curva chiusa, se la superficie è semplicemente connessa, o anche di più se la superficie è più volte connessa. Potremo però sempre considerare separatamente ciascuna delle curve chiuse, quando sono più di una. Esamineremo due casi:

1.° La curva chiusa che fa parte del contorno è sopra un solido $B_{t''}$ e quindi è intersezione delle tre superficie $S_{tt'}$, $S'_{tt''}$, $S'_{t't''}$.

2.° La curva chiusa è sopra un altro fluido $A_{t''}$ in guisa che essa è l'intersezione di tre superficie $S_{tt'}$, $S_{t't''}$, $S_{t''t}$.

Nel primo caso gli spostamenti dei punti del contorno di $S_{tt'}$ produrranno variazione soltanto nella parte seguente del Potenziale W:

$$\int\limits_{S_{tt'}} a_{tt'}\,ds + \int\limits_{S'_{tt''}} b_{tt'}\,ds + \int\limits_{S'_{tt''}} b_{tt''}\,ds\,.$$

Dall'equazione (7) ponendovi:

$$\delta r = v,$$

si ottiene:

$$\delta \int_{S_{\iota\iota'}} a_{\iota\iota'}\, ds = \int_0^l a^\circ_{\iota\iota'}\, d\sigma \cos\omega\, \delta T.$$

Dalla equazione (8) si deduce:

$$\delta \int_{S'_{\iota\iota''}} b_{\iota\iota''}\, ds = \int_0^l b^\circ_{\iota\iota''}\, d\sigma\, \delta T$$

$$\delta \int_{S'_{\iota'\iota''}} b_{\iota'\iota''}\, ds = -\int_0^l b^\circ_{\iota'\iota''}\, d\sigma\, \delta T$$

poichè δT è di segno contrario rispetto alle due superficie $S'_{\iota'\iota''}$ ed $S'_{\iota\iota''}$, essendo T la perpendicolare alla tangente al contorno σ e alla normale alla superficie del solido, diretta verso la parte esterna alla parte di superficie che si considera. Onde dovrà aversi per l' equilibrio:

$$\int_0^l ds\, \delta T\, (a^\circ_{\iota\iota'} \cos\omega + b^\circ_{\iota\iota''} - b^\circ_{\iota'\iota''})$$

e quindi:

$$a^\circ_{\iota\iota''} \cos\omega = b^\circ_{\iota'\iota''} - b^\circ_{\iota\iota''}, \tag{12}$$

distinguendo con un apice *o* in alto i valori delle *a* e delle *b* in vicinanza del contorno.

Se la quantità $a^\circ_{\iota\iota'}$ dipendesse unicamente dalla natura dei due fluidi A_ι ed $A_{\iota'}$, e le quantità $b^\circ_{\iota\iota'}$ dipendessero unicamente dalla natura del fluido A_ι e del solido $B_{\iota'}$, avremmo il teorema seguente:

L' angolo secondo il quale una superficie capillare incontra un solido è costante per qualunque forma del solido e dello spazio occupato dal liquido, e dipende solo dalla natura del solido e del liquido.

Ma l'esperienze di *Wertheim* (1) e di *Wilhelmy* (2) provano invece che questo angolo varia anche colla curvatura della superficie del solido, e quelle di *Quinke* (3) provano che questo angolo varia sensibilmente col tempo anche senza alterazione prodotta nella natura del liquido, quando questo liquido è il mercurio.

Quanto abbiamo esposto precedentemente sopra la natura delle quantità a e b spiega i risultati di queste esperienze, e indica le limitazioni da porsi al teorema enunciato.

Nel secondo caso, quando cioè il contorno della superficie $S_{\iota\iota'}$ sia una curva chiusa intersezione di tre superficie:

$$S_{\iota\iota'} \qquad S_{\iota'\iota''} \qquad S_{\iota''\iota},$$

gli spostamenti dei punti del contorno produrranno variazione soltanto nella parte seguente del Potenziale W:

$$\int_{S_{\iota\iota'}} a_{\iota\iota'}\, ds + \int_{S_{\iota'\iota''}} a_{\iota'\iota''}\, ds + \int_{S_{\iota''\iota}} a_{\iota''\iota}\, ds.$$

Ma in questo caso dall'equazione (7), ponendovi:

$$\delta r = o,$$

avremo:

$$\delta \int_{S_{\iota\iota'}} a_{\iota\iota'}\, ds = \int_o^l a^0_{\iota\iota'}\, d\sigma \left(\delta u \cos(\mathrm{T}'' u) + \delta v \cos(\mathrm{T}'' v)\right),$$

$$\delta \int_{S_{\iota'\iota''}} a_{\iota'\iota''}\, ds = \int_o^l a^0_{\iota'\iota''}\, d\sigma \left(\delta u \cos(\mathrm{T}\, u) + \delta v \cos(\mathrm{T}\, v)\right),$$

$$\delta \int_{S_{\iota''\iota}} a_{\iota''\iota}\, ds = \int_o^l a^0_{\iota''\iota}\, d\sigma \left(\delta u \cos(\mathrm{T}' u) + \delta v \cos(\mathrm{T}' v)\right),$$

(1) *Annales de Ph. et Ch.* T. 63.
(2) Poggendorf. *Ann. der Ph. und Ch.* B. 119.
(3) Poggendorf. *Ann. der Ph. und Ch.* B. 105.

onde :

$$\int_0^l d\sigma\, \delta u \left\{ a^0_{\iota\iota'} \cos(T''u) + a^0_{\iota'\iota''} \cos(T u) + a^0_{\iota''\iota} \cos(T'u) \right\}$$

$$+ \int_0^l d\sigma\, \delta v \left\{ a^0_{\iota\iota'} \cos(T''v) + a^0_{\iota'\iota''} \cos(T v) + a^0_{\iota''\iota} \cos(T'v) \right\} = o$$

e quindi :

$$a^0_{\iota\iota'} \cos(T'', u) + a^0_{\iota'\iota''} \cos(T\ u) + a^0_{\iota''\iota} \cos(T', u) = o$$

$$a^0_{\iota\iota'} \cos(T'', v) + a^0_{\iota'\iota''} \cos(T\ v) + a^0_{\iota''\iota} \cos(T', v) = o.$$

Le direzioni u e v ortogonali tra loro essendo arbitrarie nel Piano normale al contorno σ, e in questo Piano trovandosi anche le tre direzioni T, T', T'', potremo prendere una di queste direzioni, per esempio T'', per la direzione v, ed allora denotando rispettivamente con ω, ω', ω'' gli angoli che fanno tra loro T' e T'', T'' e T, T e T', ossia gli angoli dei Piani tangenti alle superficie $S_{\iota\iota''}$ ed $S_{\iota\iota'}$, $S_{\iota\iota'}$ ed $S_{\iota'\iota''}$, $S_{\iota''\iota}$ ed $S_{\iota'\iota''}$, avremo :

$$\cos(T'', v) = \cos(T'', T'') = 1\,,$$

$$\cos(T', v) = \cos(T, T'') = \cos\omega',$$

$$\cos(T', v) = \cos(T', T'') = \cos\omega\,,$$

$$\cos(T'', u) = o\,,$$

$$\cos(T, u) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + (T, T'')\right) = -\operatorname{sen}\omega',$$

$$\cos(T', u) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + (T', T'')\right) = -\operatorname{sen}\omega,$$

onde:

$$a^0_{\iota'\iota''} \operatorname{sen} \omega' + a^0_{\iota''\iota} \operatorname{sen} \omega = o\,,$$

$$a^0_{\iota'\iota''} \cos \omega' + a^0_{\iota''\iota} \cos \omega + a^0_{\iota\iota'} = o\,;$$

dalle quali, osservando che si ha:

$$\omega + \omega' + \omega'' = 2\pi\,,$$

si deducono le tre relazioni:

$$(13)\quad \left\{ \begin{aligned} a^{0^2}_{\iota'\iota''} &= a^{0^2}_{\iota\iota'} + a^{0^2}_{\iota''\iota} + 2\, a^0_{\iota\iota'}\, a^0_{\iota\iota''} \cos \omega\,, \\ a^{0^2}_{\iota''\iota} &= a'^{2}_{\iota\iota'} + a^{0^2}_{\iota'\iota''} + 2\, a^0_{\iota\iota'}\, a^0_{\iota'\iota''} \cos \omega'\,, \\ a^{0^2}_{\iota\iota'} &= a^{0^2}_{\iota'\iota''} + a^{0^2}_{\iota''\iota} + 2\, a^0_{\iota'\iota''}\, a^0_{\iota''\iota} \cos \omega''\,. \end{aligned} \right.$$

Se le quantità $a_{\iota\iota'}$ avessero sul contorno lo stesso valore che hanno negli altri punti della superficie $S_{\iota\iota'}$, il qual valore dipende solo dalla natura dei due liquidi A_ι ed $A_{\iota'}$, si avrebbe il seguente teorema comunicato al sig. *Paolo Du Bois-Reymond* dal Prof. *I. Neumann* (1):

Gli angoli che fanno tra loro le superficie separatrici di tre fluidi che s' intersecano secondo una linea chiusa, sono i supplementi degli angoli di un triangolo i cui lati sono proporzionali a tre quantità, ciascuna delle quali dipende soltanto dalla natura di due di questi fluidi.

Questo teorema in conseguenza delle considerazioni esposte sopra rispetto ai coefficienti $a_{\iota\iota'}$ deve modificarsi soltanto nella sua ultima parte; cioè i tre lati del triangolo che determina gli angoli delle tre superficie sono proporzionali a tre quantità dipendenti ciascuna dalla natura di tutti tre i fluidi.

(continua)

(1) Du Bois-Reymond. *De aequilibrio fluidorum*. Dissertatio inauguralis.

NUOVE RICERCHE INTORNO AGLI EFFETTI DELLA REAZIONE CHE IL DIAMAGNETISMO ESERCITA SULLA GRAVITA' ISTITUITE NEL R. MUSEO DI FISICA E STORIA NATURALE DI FIRENZE DAL PROF. LUIGI MAGRINI, COMUNICATE AL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE NELL' ADUNANZA 22 NOVEMBRE 1866.

1. La rilevante resistenza che una lamina di rame, alta centimetri 16, larga centimetri 10 $^1/_2$ e grossa 2 millimetri circa, sospesa a un filo nel campo elettro-magnetico, incontra quando si voglia farla oscillare nel *piano equatoriale*, mi suggerì l' idea di ricercare che cosa avvenga di questa lamina nel caso che, tagliato il filo, ella fosse abbandonata a se stessa fra i pezzi polari, tenuti alla distanza di 3 a 4 millimetri fra loro ed attivati da una corrente generata da una pila di 40 coppie alla Bunsen. Sorprende di vedere la detta lamina col peso di 315 grammi ondeggiare nel campo magnetico impiegando da 11 a 12 minuti secondi nel traversarlo con moto vario, mentre col circuito voltiano aperto, la stessa lamina percorre quel campo in una frazione estremamente piccola di minuto secondo con moto uniformemente accelerato. Respinta egualmente sì dall' uno che dall' altro polo, si trova ella fra due ripulsioni che la premono per contrario verso, opponendosi alla sua caduta precipitosa: e quasi soffrisse un attrito contro l' etere contenuto nello spazio interpolare, offre l' apparenza di uscire a stento dai cilindri di un laminatoio.

2. Ora avendo ripetuta l' anzidetta sperienza con lamine d' argento, di zinco, d' ottone, di stagno, di piombo, d'an-

timonio e di bismuto, aventi la forma e il peso della lamina di rame, rilevai che a traversare lo stesso campo magnetico, ad eguali condizioni del rame:

l'argento impiega	. . . .	8" e $^1/_2$
lo zinco »	. . . .	6" e $^1/_2$
l'ottone »	. . . .	4" e $^1/_2$
lo stagno »	. . . .	3" e $^1/_3$
il piombo »	. . . .	1" e $^1/_3$
l'antimonio »	. . . .	0" e $^2/_3$
il bismuto »	. . . .	una frazione inapprezzabile di minuto secondo.

Per il che esprimendo con 100 la reazione subìta dal rame,

quella dell'argento sarebbe di	. . . . . .	71
dello zinco »	. . . .	54
dell'ottone »	. . . .	37
dello stagno »	. . . .	28
del piombo »	. . . .	11
dell'antimonio »	. . . .	5
del bismuto »	. . . .	inapprezzabile.

3. Venuto in possesso di una laminetta d'alluminio alta centimetri 10 larga 7 avente il peso di 15 grammi, ridussi una laminetta di rame, della stessa superficie dell'alluminio, ad avere anche lo stesso peso. Messe quindi alla prova le due laminette, si è veduto quella d'alluminio richiedere un tempo più che doppio del tempo impiegato dalla lamina di rame per traversare il campo, avente l'altezza di 8 centimetri.

4. È noto che i corpi magnetici assoggettati all'azione di una calamita, ricevono prima d'essere attratti una polarità, in grazia della quale *le correnti di Ampère* si considerano tutte dirette nel medesimo verso che quelle immaginate nella calamita, e ne risultano que' centri di azione pe' quali si manifesta l'attrazione. Ora sembra naturale di ammettere che avvenga lo stesso nei corpi che sono respinti dalla calamita, e che la ripulsione sia preceduta da una polarità,

senza la quale la ripulsione stessa non potrebbe esercitarsi, e in conseguenza bisogna pure ammettere che in questo caso le correnti amperiane sono parallele a quelle della calamita, ma dirette per verso contrario.

Stabilito questo principio, ne deriva che i corpi migliori conduttori dell' elettricità dovrebbero essere più atti a ricevere le correnti d' induzione, ed essere quindi più sostenuti nel campo elettro-magnetico. Ma i fatti non confermano appieno queste vedute.

5. Invero, l' argento, secondo le sperienze di Wiedeman e Franz, è miglior conduttore del rame nel rapporto di 100 a 73: eppure la sua reazione diamagnetica non arriva a $^3/_4$ di quella del rame. L' alluminio, secondo Mattiessen, ha una conduttività 3 volte minore di quella del rame, eppure subisce una reazione diamagnetica più che doppia di quella del rame. Dunque ai fenomeni di cui si tratta non sembra applicabile la teoria d' Ampère, nè il principio d' induzione.

6. D' altronde, risultando dalle mie sperienze che le anzidette lamine, sia che vengano abbandonate in prossimità dei pezzi polari, e quindi senza velocità preconcepita, sia che si lascino cadere, mediante una guida da notabile altezza, ed entrino perciò nel campo con una velocità acquistata, impiegano lo stesso tempo per traversare il campo, si vede che i fenomeni di cui è discorso non possono interpretarsi nemmeno con la legge fondamentale del magnetismo di movimento.

7. Se non che, all' intento di studiar meglio gli effetti di questa reazione, ho pensato di eliminare l' azione della gravità, costruendo un sistema di sospensione simile a quello della macchina di Atwood. La lamina di rame, tenuta per questo mezzo in equilibrio fra i pezzi polari, nell' atto di chiudere e di aprire il circuito voltiano che attiva l' elettro-calamita offerse i seguenti fenomeni.

Primo caso. La lamina essendo equilibrata e più sporgente al disopra che al disotto dei pezzi polari, all' atto in cui si chiude il circuito della pila si alza, esce fuori del campo e si ferma. Rimessa poi nella primitiva posizione, all' atto in cui si apre il circuito ella si abbassa, ed appena uscita dal campo di nuovo si ferma.

Secondo caso. La lamina sporgente più al disotto che al disopra, colla chiusura si abbassa, e coll' apertura s' innalza.

Terzo caso. Nell' un caso e nell' altro il massimo impulso ha luogo quando lo spigolo orizzontale inferiore o superiore della lamina si trova alla metà del campo.

Quarto caso. Quando la lamina si mette in posizione simmetrica, cioè quando sporge egualmente sopra e sotto i pezzi polari, ella si tiene in equilibrio tanto nella chiusura quanto nell' apertura del circuito elettrico.

Quinto caso. Se, levato uno de' pezzi polari, la lamina resta sotto l' influsso dell' altro pezzo i suindicati tre movimenti succedono egualmente, ma in un tempo doppio di quello impiegato sotto l' influsso d' entrambi.

8. Siffatti movimenti della lamina diamagnetica inegualmente accelerati e inegualmente ritardati si comprendono facilmente, quando si consideri il modo con cui si compongono ne' vari casi le forze attrattive e ripulsive dei poli elettro-magnetici sulla detta lamina.

Nel 1.° caso, la differenza fra la risultante delle componenti *ripulsive superiori* e la risultante delle componenti *ripulsive inferiori* al campo magnetico, deve esercitarsi in senso contrario alla gravità nell' atto in cui si chiude il circuito elettrico, e la lamina s' innalza. La differenza poi fra la risultante delle componenti attrattive *superiori* e la risultante delle componenti attrattive *inferiori* deve effettuarsi nello stesso senso della gravità, quando si apre il circuito, e la lamina si abbassa.

È quindi naturale che gli anzidetti movimenti debbano invertirsi, come si verifica nel 2.° caso, quando la lamina è sporgente più al disotto che al disopra dei pezzi polari.

Che se tanto le forze attrattive quanto le ripulsive operano tutte da una stessa banda, torna evidente che il loro effetto complesso (dovuto alla risultante di un sistema di forze che tutte esercitano per uno stesso verso la loro azione) riesce maggiore che in ogni altra posizione; e di quà il massimo impulso osservato nel 3.° caso.

Quando poi la lamina si trova in posizione simmetrica come nel 4.° caso, le risultanti delle forze attrattive e quelle

delle forze ripulsive superiori e inferiori sono contrarie ed eguali; l'equilibrio deve perciò sussistere o si apra o si chiuda il circuito.

Levato infine l'influsso di un pezzo polare, come nel 5.° caso, il sistema perde la metà delle componenti, perde cioè la metà della forza motrice, donde il doppio tempo che vi mette la lamina a compiere i suoi movimenti.

9. Ora io pensava che i surriferiti movimenti della lamina di rame, dovuti, come si è veduto, al modo con cui si compongono ne' vari casi le forze attrattive e ripulsive fra le polarità magnetiche e le diamagnetiche, si potessero ottenere anche da una spirale piana di filo rame, situata fra i pezzi polari in posizioni analoghe a quelle della lamina, quando si faccia passare per essa la corrente di una pila voltiana.

Invero, istituendo indagini col sistema di sospensione adoperato per la lamina, trovai che la spirale piana, percorsa da una corrente parallela a quelle che si suppongono nella calamita e diretta per verso contrario, viene respinta dall'uno e dall'altro polo, e percorsa da una corrente parallela ma diretta per lo stesso verso, viene attratta da entrambi i poli ed effettua così gli stessi movimenti della lamina. Anzi trovandosi la spirale nel campo elettro-magnetico si prova nel moverla, e nel farla oscillare, la resistenza che s'incontra colla lamina. Giova notare che la spirale, chiusa metallicamente senza introdurvi la pila, effettua nel campo elettro-magnetico movimenti analoghi a quelli della lamina ma considerabilmente più piccoli.

10. Ora ammettendo la massima che fenomeni simili dipendono da cause esteriori simili, si sarebbe autorizzati dalle sperienze indicate nel paragrafo precedente a credere che la polarità magnetica, al suo nascere e al suo morire, induce nella lamina diamagnetica e nella spirale chiusa correnti simili a quelle della pila introdotte nella spirale medesima, colla differenza che le indotte durano un tempo brevissimo inapprezzabile, e le voltiane sono continue.

11. Ma, in primo luogo la nostra mente non arriva a comprendere come in una massa compatta e omogenea, qual

è una lamina di rame, possa il moto elettrico propagarsi sinuosamente in quella guisa ch'è obbligato a percorrere le evoluzioni parallele e concentriche di una spirale piana. In secondo luogo, siccome la lamina continua a subire effettivamente la reazione dalla polarità magnetica, sebbene il galvanometro nel cui circolo è posta la lamina dopo la prima escursione si riduca a zero, e accerti perciò l'avvenuta estinzione della corrente indotta, così lo sforzo notevole che bisogna impiegare per rimuovere un pochino quella lamina dal posto che occupa nel campo magnetico, non potendosi più attribuire alla reazione della polarità sopra una corrente morta appena nata, ci costringerà di ricorrere ad altri principii per averne ragione; il che formerà il soggetto di altre comunicazioni.

12. Il risultato della sperienza indicata nel §. 1, cioè l'avere veduto che l'effetto della gravità assoluta in 12" si riduce ad $^1/_{1800}$ circa del suo valore, per la reazione diamagnetica, mi aveva fatto credere che, mediante il sistema di sospensione della macchina di Atwood, si potesse tenere quella lamina di rame in equilibrio nel campo attivo dell'elettro-calamita coll'aiuto di un piccolissimo contrappeso. Il quale, dovendo variare secondo la forza della pila voltiana, secondo la lunghezza e la sezione della spirale elettrodinamica, secondo la distanza dei pezzi polari e la qualità della stessa lamina, sarebbe divenuto un mezzo semplice ed esatto di valutare le circostanze più influenti sulla potenza dell'elettro-calamita, e di riconoscere, meglio che non si è fatto finora, in qual grado i diversi corpi diamagnetici ne subiscono l'influsso. Mi diedi quindi a ricercare quanto effetto della gravità relativa vada consumato dalla reazione diamagnetica, impiegando l'elettricità generata da una pila di 30 coppie alla Bunsen fatta passare per la spirale di tripla sezione dell'elettro-calamita, e tenendo i pezzi polari alla distanza di circa 16 millimetri.

13. Dovendo il peso M della lamina (grammi 315) rimanere costante, conveniva levare dalla parte del contrappeso (pure di grammi 315) che tiene il sistema in equilibrio, un pesetto m tale che restando dalla parte della lamina l'ec-

cesso m, il sistema dovesse muoversi con $^1/_{15}$, $^1/_{30}$, $^1/_{60}$, $^1/_{120}$, $^1/_{240}$ della gravità assoluta. Per determinare in grammi questi valori della gravità relativa, ho ricorso alla formola:

$$m g = (2 M - m) . g'$$

dedotta dalla teoria della macchina d' Atwood, la quale, dopo avervi sostituito ad M gr. 315, e a g' successivamente:

$$\frac{g}{15}, \frac{g}{30}, \frac{g}{60}, \frac{g}{120}, \frac{g}{240}$$

dà per m i valori di grammi:

39,37 ; 20,32 ; 10,33 ; 5,21 ; 2,64.

Incominciai pertanto a levare dalla parte del contrappeso gr. 39,37; e la lamina col circuito voltiano aperto, attraversò il campo elettro-magnetico inattivo percorrendo nel primo minuto secondo l' altezza verticale di 32,66 centimetri circa, spazio che descrive un grave nella prima unità di tempo, appunto con $^1/_{15}$ di gravità assoluta e con moto uniformemente accelerato.

Chiuso il circuito voltiano, e situata la lamina in modo che sporgesse di 7 centimetri sopra del campo, onde durante la discesa di questa parte sporgente, presentasse sempre un' eguale ampiezza di superficie ai pezzi polari, la detta lamina discese dall' altezza di 7 centimetri in 24" circa con moto sensibilmente uniforme impiegando perciò quasi 3" $^1/_2$ a discendere di un centimetro. Un semplicissimo calcolo dimostra che in questo caso la reazione diamagnetica riduce l' effetto della gravità relativa alla 114.^{ma} parte circa del suo valore, alterandone le leggi del moto.

14. Ristabilito l' equilibrio, levai dal contrappeso grammi 20,32, e rimessa la lamina nella posizione della precedente sperienza dentro il campo attivo elettro-magnetico, ella percorse i 7 centimetri in 48".

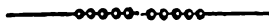
Ora dacchè la lamina, sottratta all' influsso diamagnetico, percorre con $^1/_{30}$ della gravità assoluta centimetri 16,33 nella prima unità di tempo, si vede che anche in questo caso

la reazione diamagnetica riduce l' effetto della gravità relativa alla 114.^{ma} parte del suo valore.

15. Tolti dal contrappeso, ch'equilibra la lamina, gr. 10,33, quindi 5,21, infine gr. 2,64, la lamina dopo di essere stata ogni volta restituita all' equilibrio, percorse successivamente li 7 centimetri in 98", in 199" e nell' ultimo caso discese lentissimamente di soli 3 centimetri e poi si fermò, discese cioè fino a mettersi in posizione simmetrica.

E si conchiude che anche con $^1/_{60}$ e $^1/_{120}$ di forza motrice l' effetto dentro il campo elettro-magnetico corrisponde sempre alla 114.^{ma} parte di quello che avrebbe prodotto nello stesso tempo la gravità relativa fuori di esso campo. Che se con $^1/_{240}$, si ottiene l' equilibrio, bisogna dire che la forza motrice di grammi 2,64 è vinta dall' attrito, dalla rigidezza della funicella, dalla resistenza dell' aria, dalla inerzia di tutto il sistema. Ma in via teorica, tolte cioè le cause perturbatrici esterne, la reazione diamagnetica lascierebbe sempre sussistere nelle suesposte condizioni la 114.^{ma} parte dell' effetto dovuto alla gravità relativa, per cui si otterrebbe soltanto di ritardare indefinitamente il moto senza poterlo mai estinguere intieramente.

16. Lo stesso dovendo aver luogo in qualunque altra condizione dell' apparato elettro-magnetico (perciocchè col variare la forza della pila e le altre circostanze, invece del coefficiente $^1/_{114}$ se ne avrebbe un altro più grande o più piccolo) rimarrà sempre attiva in via teorica una frazione della gravità; e quindi si rende frustranea la ricerca dei dati per tenere sospeso un grave nel campo dell' elettro-calamita per semplice reazione diamagnetica.

17. Si noti infine che questa reazione manifestandosi tanto più efficacemente quanto più piccolo è l' eccesso motore, nella terza e più particolarmente nella quarta sperienza (§. 15), il moto si presenta assai sensibilmente vario, in grazia del modo con cui si è veduto comporsi le forze attrattive e ripulsive superiori e inferiori (§. 8) dei poli elettro-magnetici sulle diverse parti della lamina.

SULLE FUNZIONI DI TALUNI CORPI NE' FENOMENI DELLA COMBUSTIONE; NOTA DI S. DE LUCA

Il carbone che brucia in contatto dell' aria è circondato da una fiamma più o meno luminosa, e svolge una quantità proporzionata di calore ch'è avvertita da' corpi vicini. Il carbone attorno del quale si osservano tali fenomeni dicesi *combustibile*, e l' ossigeno dell' aria che combinandovisi lo trasforma in acido carbonico dicesi *comburente*. Queste nozioni sono quelle stesse di Lavoisier sulla combustione de' corpi.

Nella formazione dell' acqua, l' idrogeno è il corpo combustibile e l' ossigeno è il comburente; ma tanto nella combustione del carbone che in quella dell' idrogeno, questi due corpi sono in piccola proporzione rispetto all' ossigeno dell' aria al quale essi si combinano trasformandosi in acido carbonico ed in acqua. Se però l' aria fosse costituita dal vapore di carbonio ovvero dall' idrogeno, e se l' ossigeno fosse un corpo solido come il carbone o gassoso come l' idrogeno, i fenomeni visibili della combustione, consistenti in luce e calore, si verificherebbero presso l' ossigeno e sarebbe esso il corpo *combustibile*, mentre il carbonio e l' idrogeno avrebbero tutte le apparenze de' corpi *comburenti*.

Non è difficile realizzare analoghe sperienze per mostrare le apparenze dell' ossigeno o dell' aria come corpi combustibili, e dell' idrogeno come comburente. Basta fare arrivare una

corrente di aria o di ossigeno, per mezzo di un tubo a punta munito di robinetto, sotto un gran recipiente pieno di idrogeno e tenuto capovolto. La combustione s'inizia o colla spugna di platino o colle scintille elettriche, ovvero accendendo l'idrogeno dalla parte del recipiente ch'è in contatto coll'aria, e poi introducendo nell'atmosfera d'idrogeno il getto di ossigeno o di aria, la cui emissione è regolata da un robinetto. L'atmosfera d'idrogeno si può mantenere sempre in eccesso, facendo svolgere questo gas da apposito apparecchio messo in comunicazione colla parte superiore del recipiente menzionato.

Così ancora, l'idrogeno brucia in un'atmosfera di cloro producendo acido idroclorico; pe'fenomeni visibili, in questa sperienza, l'idrogeno è il corpo combustibile ed il cloro il comburente; ma facendo arrivare in una grande campana piena d'idrogeno, e sotto l'azione diretta della luce solare, una corrente di cloro per mezzo di un tubo a piccola apertura, i fenomeni visibili della combustione (luce e calore) si verificano precisamente all'estremità del tubo, ove ha luogo il primo contatto tra'due gas e la formazione dell'acido idroclorico; quale sperienza indicherebbe il cloro come corpo combustibile e l'idrogeno come comburente.

Potrei esaminare i fenomeni che presenta il solfo nella formazione dell'acido solforoso e nella produzione de'solfuri metallici di rame, di ferro, ec. nel primo caso funzionante da combustibile, e negli altri da comburente.

Quando si mettono insieme cloro e fosforo, iodio e fosforo, bromo e fosforo, potassio e bromo, i fenomeni visibili di combustione possono variare a seconda delle diverse condizioni sperimentali; e quindi i corpi in azione possono funzionare ora da combustibili ed ora da comburenti, dando valore alle espressioni del linguaggio comune.

Le sperienze accennate sono state di già realizzate nelle pubbliche lezioni di chimica date dal Piria nella Università di Torino, e da me in quella di Pisa ed in questa di Napoli, e non sono nuove come vorrebbe far credere qualche giornale di medicina che pubblicasi in Francia.

Nella combustione de'corpi, l'importante fenomeno da

considerare è la combinazione definita che si produce, e nella quale si osserva la costanza di composizione e l'invariabilità di rapporto in peso degli elementi che la costituiscono. Le qualità di *combustibile* e di *comburente* possono applicarsi al medesimo corpo per le apparenze che presenta nelle diverse condizioni sperimentali cui va sottoposto.

ULTERIORI RICERCHE SOPRA IL GLICOGENO; DEL PROF. GIOVANNI BIZIO.

Nel decorso Febbraio io presentava al reale Istituto veneto delle scienze un mio lavoro, dal quale era dimostrata negli animali invertebrati l'esistenza di una sostanza amilacea, che sin d'allora chiamai *glicogeno*, perchè tale si manifestava nelle principali sue proprietà (1). Io prometteva peraltro di studiarla così da accertarne definitivamente la natura; tanto più che, quando fosse stata vero glicogeno, mi proponeva di cogliere tale occasione per rendere più esatta la storia di sì importantissimo corpo. A questo compito intendo soddisfare col presente lavoro.

La sostanza che adoperai nelle attuali ricerche fu estratta dalle ostriche, siccome quelle dalle quali poteva più facilmente separarla nello stato di necessaria purezza; e l'insieme delle sue proprietà non mancò, come vedremo, di dimostrarla il presupposto glicogeno. Sciogliesi infatti nell'acqua che rende opalina, e dalla quale si separa coll'alcole in fiocchi candidissimi. É solubile altresì nell'acido acetico ordinario, ed insolubile nel glaciale. L'ossido di rame non è da essa ridotto; inetta a subire la fermentazione al-

(1) *Atti del R. Istituto veneto.* T. XI. serie 3. pag. 457; e Giornale il *Nuovo Cimento*, Aprile 1866, pag. 268.

colica, rendesi lentamente acida in presenza del lievito di birra; l'acido solforico allungato e la diastasia la tramutano in zucchero ; l'acido nitrico concentrato la cangia in xilvidina. È immediatamente precipitata dall'acetato di piombo tribasico; non è precipitata, nè punto intorbidata dall'acetato neutro dello stesso metallo (1).

L'iodio la colora in rosso cupo, che, veduto per trasparenza in istrato sottile, è rosso ranciato. Questa tinta mi era nitidamente manifestata, esponendo la sostanza umettata con acqua alla lenta azione del vapore dell'iodio. In tale reazione non ebbi mai a vedere alcun indizio dell'azzurro e del violetto, da altri talvolta notato.

Tra le proprietà per le quali la detta sostanza si dimostra puro glicogeno non ha dubbio esservi anche quella dell'esterna sua apparenza. Devo però qui accennare alla forma differente che può assumere, ed alle condizioni di questa differenza. Il glicogeno viene sempre descritto quale una polvere bianca, farinosa, e non ebbi ad incontrarmi che nel Gorup-Besanez il quale dichiari potersi alcuna volta presentare anche sotto forma di massa gommosa. Questo non è effetto di fortuito accidente, ma si può bensì avere sempre, a proprio talento, il glicogeno in massa trasparente, scolorita o lievemente gialliccia, a modo della gomma o della destrina. La differenza sta solo nel modo di asciugamento tenuto dopo la sua preparazione. Precipitato, come sempre si ha, per mezzo dell'alcole, si otterrà sotto forma polverosa ogni qual volta si faccia di disseccarlo nell'aria asciutta. Si rappiglierà invece in massa gommosa quando l'asciugamento abbia luogo all'aria libera, dalla quale (perdendo esso l'alcole di cui è imbevuto) attrae l'umidità che lo rende conglutinato e trasparente. Nè vale il successivo disseccamento a riaverlo opaco e farinoso, poichè avendone io esposto alla temperie di 100° sino a tanto che avesse perduta tutta l'acqua, mantenne anche appresso la coerenza e l'aspetto gommoso.

(1) È affermato dal Hoppe-Seyler che il detto acetato neutro origina un intorbidamento nella soluzione di glicogeno.

Nell' altro mio lavoro sopra questo argomento, feci conoscere quanto prontamente il glicogeno soggiaccia nel corpo di quegli animali alla fermentazione lattica, cosicchè laddove abbondi, come ne' cardii, nelle ostriche e nei pidocchi marini, è tale la quantità di acido lattico prodotto da preservare indi il corpo di quegl' animali dalla putrefazione. Partendo da questo fatto singolare, io tentai pertanto se in una soluzione di glicogeno, posta a contatto della caseina o dell' albumina, avesse con altrettanta prontezza a mettersi in atto la fermentazione lattica. Il saggio non presentò la conferma di un corrispondente risultato, ma si potè invece notare la previa formazione di una sostanza atta a ridurre il tartrato rameico-potassico, ed a fermentare in presenza del lievito di birra. La lentezza, colla quale in tal caso procede il fenomeno, porgerebbe un divario in confronto dell' analoga, ma rapida azione della saliva, del succo pancreatico, del sangue ec. sopra il glicogeno medesimo.

La caseina e l' albumina erano da me appositamente depurate, cosicchè non esisteva in esse traccia alcuna di zucchero. La temperatura durante gli sperimenti era ai 25° C. incirca. Trascorsi due giorni da che la caseina trovavasi nella soluzione del glicogeno, cominciò a notarsi un lento sviluppo di bollicine aeriformi, senza che per questo il liquido presentasse ancora indizio alcuno di acidità, nè che si potesse notare una riduzione del tartrato. Il dì appresso, vale a dire tre giorni dopo incominciato l' esperimento, continua lo sviluppo delle bollicine, si ha una reazione acida pressochè insensibile, ma il liquido riduce abbondantemente il tartrato rameico-potassico, e fermenta in presenza del lievito di birra. La reazione acida non fu ben manifesta che il dì successivo, e non si fece intensa senonchè sei giorni dopo che durava l' esperimento.

Anche dall' albumina si ebbero gli stessi fenomeni che dalla caseina ; ma la cosa progredì ancor più lentamente, poichè trascorsero sette giorni prima che apparisse qualche bollicina di gas, che abbondante svolgevasi però il dì successivo, nel quale soltanto incominciò a manifestarsi nel liquido la facoltà di ridurre il tartrato e di fermentare col

lievito. Le prime traccie poi di lievissima acidità non si palesarono che più altri giorni appresso, e precisamente dieci dopochè l'esperimento era intrapreso.

Lo studio delle proprietà di questo corpo mi conduceva naturalmente a quello più rilevante della sua composizione elementare, dalla quale io attendeva non solo la conferma della sua identità col glicogeno, ma eziandio qualche schiarimento atto a rendere meglio accertata la formola del glicogeno medesimo, non ancora generalmente accolta con quella ferma fiducia che si concede agli argomenti chiaramente comprovati. La formola del glicogeno infatti parrebbe essere $C_6H_{12}O_6$ (Pelouze), ma alla temperatura di 100° perde una molecola di acqua, e si avrebbe in allora $C_6H_{10}O_5$ (Kekulé). Altri avrebbe anche conseguito cifre corrispondenti alla formola $C_6H_{14}O_7$ (Lochner); donde l'opinione enunciata dal Gorup-Besanez che dal fegato possano forse separarsi differenti glicogeni. Senza trovarmi gran fatto disposto a dividere l'opinione di questo distinto chimico, io diedi mano frattanto alle propostemi ricerche sul glicogeno estratto dalle ostriche, assoggettandolo all'analisi in differenti condizioni di disseccamenti.

Determinai infatti di sottoporre ad analisi: il glicogeno disseccato alla temperatura di 100°; indi il glicogeno asciugato nel vuoto sopra l'acido solforico; e per ultimo il medesimo abbandonato all'ordinaria temperatura nell'aria disseccata con cloruro di calcio, dopo che, mediante l'esposizione di esso nell'atmosfera umida, erami assicurato di una compiuta, preventiva sua idratazione.

Tutte le combustioni si eseguirono coll'ossido di rame in una corrente di ossigeno.

I risultati avuti sono i seguenti:

A. *Glicogeno disseccato a 100°.*

I. 0.3574 grammi diedero: 0,5804 di anidride carbonica, e 0.2014 di acqua.

II. 0.3765 diedero: 0.6118 di anidride carbonica, e 0.2087 di acqua.

		Calcolato	Trovato	
			I.	II.
C_6	72	44.44	44.29	44.32
H_{10}	10	6.17	6.26	6.16
O_5	80	49.39	—	—
	162	100.00		

La sua composizione corrisponderebbe qui adunque alla formola designata dal Kekulé.

B. *Glicogeno disseccato nel vuoto.*

I. 0.2982 grammi diedero: 0.4862 di anidride carbonica, e 0.1645 di acqua.

II. 0.3252 diedero: 0.5278 di anidride carbonica, e 0.1812 di acqua.

		Calcolato	Trovato	
			I.	II.
C_6	72	44.44	44.47	44.26
H_{10}	10	6.17	6.13	6.19
O_5	80	49.39	—	—
	162	100.00		

Il disseccamento pertanto nel vuoto reca quella stessa perdita di acqua che lo scaldamento ai 100°.

C. *Glicogeno semplicemente disseccato nell' aria.*

I. 0.5040 grammi diedero: 0.7808 di anidride carbonica, e 0.2902 di acqua.

II. 0.3104 diedero: 0.4783 di anidride carbonica, e 0.1833 di acqua.

III. 0.3795 diedero: 0.5841 di anidride carbonica, e 0.2203 di acqua.

IV. 0.2916 diedero: 0.4511 di anidride carbonica, e 0.1715 di acqua.

		Calcolato	Trovato			
			I.	II.	III.	IV.
C_{12}	144	42.11	42.24	42.02	41.98	42.18
H_{22}	22	6.43	6.40	6.56	6.45	6.53
O_{11}	176	51.46	—	—	—	—
	342	100.00				

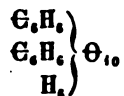
Le cifre somministrate dall'analisi sono ben lungi in questo caso dall'accordarsi colla formola $C_6H_{12}O_6$, ma conducono dirittamente all'altra $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Questo fatto era per me troppo rilevante per dovere allontanarvi ogni dubbio di errore. È per questo che, come accennai più sopra, il glicogeno, in istato di perfetta idratazione, si collocava in una campana sopra il cloruro di calcio; nè si eseguì la prima combustione senonchè trascorsi alcuni giorni dopochè, mantenuto sempre nella predetta atmosfera secca, avea cessato dal diminuire di peso. Inoltre: le singole combustioni furono appositamente instituite a lunghi intervalli di tempo, cosicchè l'ultima ebbe luogo oltre un mese dopo aver lasciato il glicogeno nelle mentovate condizioni, senza che perciò il peso avesse mai a scemare.

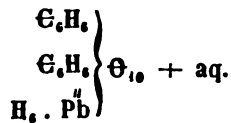
Ora se noi poniamo a riscontro le prime cifre avute dal glicogeno disseccato così a 100° come nel vuoto, con queste ultime date dal medesimo puramente asciugato nell'aria secca, vediamo che alla formola $C_6H_{10}O_5$ alla quale condurrebbero le prime, dovrebbesi per le seconde aggiungere $^1/_2$ molecola di acqua; e ciò non potendo sussistere, ne viene di necessaria conseguenza che abbia a raddoppiarsi la formola, ad ammettersi cioè $C_{12}H_{20}O_{10} + H_2O$.

Nel dover in tal maniera adottare $C_{12}H_{20}O_{10}$ quale formola del glicogeno anidro, io non sono arrivato che a quel medesimo termine, cui giunsero già i chimici per altre vie rispetto al peso molecolare di più carboni idrati apparte-

nenti alla sopranotata formola $C_6H_{10}O_5$, pei quali si ritiene ormai raddoppiata, ed in alcuni casi anche triplicata. La destrina stessa, colla quale il glicogeno presenta tanta analogia, sarebbe nel numero di quelli, ed ognuno conosce le ricerche del Musculus, dalle quali dedurrebbe :

$$\left.\begin{matrix} C_6H_6 \\ C_6H_6 \\ H_8 \end{matrix}\right\} O_{10}$$

qual formola razionale della medesima. Il raddoppiamento adunque della formola finora generalmente ammessa per il glicogeno, trovasi in piena armonia cogli stessi argomenti qui accennati.

Finalmente posi termine a queste ricerche coll' analisi del composto dato dal piombo. Trattando la soluzione di glicogeno con un eccesso di acetato tribasico del detto metallo, precipita una materia bianca, fioccosa, rigonfiata a modo della magnesia idrata. Lavata perfettamente con acqua, e posta a disseccare a 100°, piglia una tinta giallognola ed aspetto corneo. Lo scaldamento alla mentovata temperie fu mantenuto sino a tanto che non avvenisse più diminuzione nel peso. S' innalzò allora la temperatura ai 180°, continuando sino al punto in cui il peso rimanesse costante. La perdita ottenuta fu di 3.10 per cento (H_2O calcolata = 3.29). Il piombo si determinò poi in condizione di solfato ; e la quantità avutane corrispose a 37.21 per cento di piombo metallico (1 at. Pb calcolato = 37.84). La formola per conseguenza del composto del piombo potrà esprimersi con

$$\left.\begin{matrix} C_6H_8 \\ C_6H_8 \\ H_8 . \overset{''}{Pb} \end{matrix}\right\} O_{10} + aq.$$

NOTIZIA SOMMARIA DI ALCUNI STUDI SPERIMENTALI INTORNO AGLI EFFETTI DELLA CONGELAZIONE SULL'ECONOMIA ANIMALE A PROPOSITO DELLA MORTE PER FREDDO.

De Crecchio nell'intento di studiare le cagioni della morte per freddo e il modo come riconoscerla, istituisce una serie di esperimenti e di osservazioni intorno agli effetti della congelazione sull'economia animale — Egli partendo da considerazioni intorno al calore animale e valutandone le sorgenti ed il modo di produzione, giunge a fermare essere impossibile stabilire un grado di freddo che fosse sempre ed assolutamente mortale, e la letalità dei gradi di freddo dipendere da una serie di condizioni individuali e speciali al caso concreto — Passa di poi alla indagine degli effetti del freddo, nella quale include quella dei permutamenti anatomici che, per ragione della perfrigerazione e della congelazione, si verificano nell'economia animale — Il Prof. *Pouchet* in un suo lavoro inserito nel Giornale di Anatomia e Fisiologia del Robin, ha sostenuto come la morte per freddo non dipenda altrimenti che dal disfacimento del sangue; il quale negli animali che l'hanno a globuli nucleati si presenterà con le membrane cellulari rotte e con i nuclei liberi, ed in quelli che non l'hanno a cellule nucleate, rotte le membrane, il contenuto si versi al di fuori, ed il sangue avrà apparenza di un liquido amorfo. Quindi sostiene il Pouchet che quest'alterazione sia la cagione della morte per assideramento, in quanto che quel sangue inaf-

fine ai bisogni dell'economia, non è nel caso di adempierli più, e che nelle congelazioni parziali la morte si verifica solo allorquando la parte già indurita dal gelo si disgela, e permette così che quel sangue alterato si riversi nel torrente della circolazione generale, e recandosi negli organi più importanti produca la morte — A questo modo il Pouchet sostenendo le sue nuove idee, cerca di abbattere e dimostrare insussistente quanto finora si era opinato intorno alla più gran parte degli effetti del freddo, e intorno alle cagioni della morte.

De Crecchio incomincia le sue osservazioni precisamente dal sangue e viene a conclusioni del tutto opposte. Costruisce uno speciale apparecchio congelatore che adatta al microscopio e di cui dà la figura; e mercè il quale gli è agevole di sottoporre il sangue all'osservazione microscopica a più di dieci gradi sotto lo zero; ed ha così l'opportunità di osservarlo prima di gelare, nel mentre che gela, quando è intieramente gelato, nel mentre che disgela e quando è del tutto sgelato, e dimostra riportando le figure di tutti questi diversi stati e passaggi, che giammai le cellule del sangue si rompano, che bensì quando il sangue disgela le pareti cellulari vanno man mano attenuandosi, il nucleo si accosta alla parete, e l'attenuazione delle cellulari, (versandosi il contenuto, per fatto osmotico, al di fuori), giunge al punto che non è possibile il discernerle più, ed allora non si vedono che nuclei liberi, e che De Crecchio dimostra non esser tali, ma solo *apparentemente* liberi; in quantochè egli non pago all'esame dei diversi passaggi di temperatura sopraccennato, ha voluto sottoporre al calore, con determinate avvertenze, il sangue intieramente sgelato e che sembrava non contenere che nuclei liberi; ed ha visto pel riscaldamento riapparire, benchè afflosciate, ma tutte ed integre le pareti cellulari. Egli quindi con un numero di esperimenti che riferisce per sunto, stabilisce che mai cellula alcuna di sangue si rompa per freddo — Istituisce una serie di osservazioni e di esperimenti non più pel sangue sottratto all'influenza del vivere ed al dominio dei vasi, ma bensì su quello durante la vita e tuttavia contenuto entro i vasi, e ne trae conclusioni che riportiamo originalmente quì appresso. Studia quindi in tre capitoli a parte della congelazione

parziale, della *generale incompleta* e della *completa*, ed istituisce per ciascheduna di queste specie, (oltre a quelli che riguardano la congelazione) una serie di esperimenti con l'elettrico per dimostrare, contro l'opinione del Pouchet, la parte che prende la innervazione negli assideramenti e nella morte per freddo, e dopo una conclusione, che concerne il modo come riconoscere tal genere di morte sotto il rispetto della medicina legale, stabilisce le seguenti proposizioni:

1.° Non è possibile stabilire un grado di freddo che sia sempre ed assolutamente mortale. La letalità dei gradi di freddo è relativa alle particolari ed individuali circostanze del caso speciale.

2.° Il freddo agisce corrugando i piccoli vasi e scacciandone il sangue che si accumola nei maggiori, restando così impallidita la parte del corpo ch'è sede di questo fatto; ma talvolta, massime quando l'azione del freddo è alterna, indotta la stupefazione e la paralisi dei nervi vaso-motori, i vasi ne restano sfiancati, e perduta che hanno la loro contrattilità, il sangue che vi rifluisce novellamente (quando ciò non è impedito da emboli) vi si ferma colorando permanentemente la parte in rosso-scuro o bluastro. Questa è la ragione onde la superficie dei morti per freddo non è sempre pallida o almeno non lo è in tutti i punti.

3.° Il sangue gela tra mezzo grado ed uno sotto lo zero. Gelato diventa di color rosso vermiglio. Quello dei mammiferi quando è sgelato si fa rosso-scuro tendente all'amaranto. Il sangue aggrumito quando è gelato, perde immediatamente la proprietà di restare aggrumito. Il grumo si scioglie solo nella parte ch'è gelata; e poichè la congelazione procede da fuori in dentro, spesso accade che di un grosso grumo prima, dopo la congelazione non se ne rinviene che uno piccolissimo ed è di quella parte a cui il gelo non è giunto.

4.° L'alterazione del sangue non accade propriamente durante la congelazione, ma sibbene nello sgelamento. Essa non consiste nella rottura delle pareti cellulari e nel versamento del contenuto al di fuori; ma bensì in un fatto osmotico per cui il contenuto si versa fuori dei globuli, rimanendo integre le loro pareti. Le cellule diventano allora di un'appa-

renza tenuissima, che il *riscaldamento* rende meglio apprezzabile.

5.° Il sangue sottratto al dominio dei vasi e del vivere si altera mercè il freddo in pochi secondi: quello chiuso entro i vasi, durante o no la vita, ha bisogno di un certo tempo di cui il *minimum* è mezz'ora; però di due animali, uno vivo e l'altro morto posti per l'istesso tempo a congelare, la disfazione del sangue sarà sempre maggiore in quello gelato a corpo morto.

6.° I vasi, pare, abbiano una certa proprietà conservatrice della integrità dei globuli contro l'azione del freddo; perchè un sangue sottratto appena dai vasi, subito dopo gelato si disfà, e ghiacciuoli di sangue tolti dai vasi e che sgelano solo allorchè sono sottoposti all'osservazione microscopica, danno apparenza di forme normali.

7.° Il gelare e disgelare per gradi o di botto non influisce per nulla sulla qualità, natura ed estensione dell'alterazione del sangue.

8.° Il grado di freddo che sarà stato sufficiente a produrre la paralisi di una parte del corpo, non sempre basta a sospenderne la circolazione, almeno nei vasi più grandi. Questo è piuttosto un fatto consecutivo e mediato dell'offesa indotta nella innervazione, anzichè un fatto primitivo ed immediato dell'azione del freddo.

9.° Le parti congelate non risentono più lo stimolo elettrico: esse cangrenano. Gli animali interamente congelati muojono.

10.° La congelazione parziale uccide, quando la parte gelata non si separa dalla sana, non già perchè quel sangue guasto dalla congelazione si riversi nel torrente della circolazione ma sibbene perchè i materiali cangrenosi sono riassorbiti ed uccidono.

11.° Le congelazioni generali, completa ed incompleta, uccidono per le congestioni più o men gravi degli organi interni, ovvero per la stupefazione e paralisi del sistema nervoso, e più frequentemente per ambedue queste cagioni unite insieme.

12.° La congelazione del cristallino induce, durante lo

stato di congelazione, cecità. Sgelati però i cristallini si ha: nessuna conseguenza morbosa 70 volte per 100; cecità addebitabile ad offesa innervazione oculare 12 $^1/_2$ per 100; addebitabile ad opacamento consecutivo della cornea circa l'11 per 100; addebitabile a cataratta consecutiva (capsulare) 6 per 100.

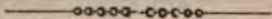
13.° Quelli che muojono avendo i cristallini congelati, poichè questi sono disgelati, li presenteranno limpidi e normali come altresì la cornea.

14.° Il perito medico nella ispezione esterna del cadavere terrà massimo conto della giacitura, chè in tutto il corpo o in qualcheduna sua parte rileverà quasi sempre nei morti da freddo la espressione del movimento non ostante la immobilità cadaverica.

15.° La rigidità cadaverica dura a lungo nei morti per freddo, sebbene essa non sia differenziabile dal rigore che la congelazione induce nelle membra anche dopo elasso il periodo della rigidità.

16.° La putrefazione durante il gelo è impossibile. Cominciata può pur non di meno proseguire lentamente. Non si può dire che un cadavere che si trovi putrefatto tra le nevi non possa essere di un uomo che morì di freddo.

17.° I morti per freddo non presentano anatomicamente nessuna speciale e spiccata caratteristica. Il sangue può non esser disfatto e può nullameno essersi morto di freddo, può essersi morto altrimenti e perchè in seguito esposto a congelazione, si potrà aver disfatto il sangue.

18.° La valutazione accurata dei fatti estrinseci ed intrinseci al corpo ed il criterio negativo della mancanza di ogni altra lesione che potesse rendere ragione della morte, deve guidare il perito medico nella formazione del suo giudizio.

LE BURRASCHE DI MARE OSSERVATE L'ANNO 1865 IN ANCONA; DI FRANCESCO DE-BOSIS.

Il nostro golfo non è abbastanza conosciuto, ne avemmo prove recenti, e le burrasche equinoziali ed invernali vi sono terribili. Ora un attento esame degli sconvolgimenti del mare in relazione alle variazioni barometriche e termometriche, all' infuriare e succedersi dei venti diversi, all' accumularsi e disparire delle nubi secondo più o meno svariate direzioni, ci porteranno alla conoscenza di quei dati di probabilità, sui quali potere con maggior franchezza e sicurezza affidare la vita degli uomini, assieme a quelle merci, che resero floridissime Venezia ed Ancona, nei secoli delle Repubbliche. Quindi l' insistere nel raccomandare al Governo, affinchè specialmente ora si moltiplichino sotto tali vedute, le meteoriche osservazioni lungo le spiaggie orientali d'Italia, non solo non sembra fuor di luogo, ma cosa degna di essere con ogni premura sollecitata. Vicino alle stazioni di Brindisi, Bari, Ancona e Rimini, è da desiderare di vederne ben presto sorgere delle nuove, abilmente dirette con quell' amore proprio dell' uomo, che consacra la scienza al bene del suo paese nativo. E progredendo di pari passo con una simile e fiorente Istituzione dell' illustre Jelinek sulle coste della Dalmazia e delle isole adiacenti; ben presto nulla mancherà, perchè sia pienamente raggiunto lo scopo nostro, con grandissimo vantaggio del commercio nazionale nell' oriente.

GENNAIO

I venti occidentali che spiravano assai sensibili nei primi giorni del mese, tanto da cagionare forte agitazione del mare nel giorno 4, si cangiarono calmandosi nel SSE il mattino del 6, e contemporaneamente notavasi un abbassamento della colonna barometrica. La mattina del settimo giorno soffiava gagliardo l'O, e cresceva di forza fino all'imbrunire, causando forte sconvolgimento nel mare accompagnato nelle ore ant. da caduta di pioggia con nevischio. Frattanto il barometro che aveva segnato il minimo dell'oscillazione alle ore 9 ant. si rialzava, sbarazzandosi il cielo dei cumuli, che lo avevano oscurato per buona parte del giorno. Calmavansi nella notte seguente il vento e le onde.

Andava gradatamente decrescendo nel giorno 30 la pressione barometrica, sebbene soffiassero venti del quarto quadrante, e notavasi insieme un repentino rincrudire della temperatura. Avevamo pioggia nella notte, mentre il vento piegando verso O, diveniva gagliardo, sollevando violentemente il mare. Durante il giorno seguente l'aria erasi quasi per intero ingombrata di cumuli nebbiosi. Il barometro continuava ad abbassarsi, compiendo una oscillazione di mm. 11.

FEBBRAIO

Durante il giorno 6 mostravasi il cielo totalmente coperto di nubi nebbiose di una tinta cinerea omogenea, e pioveva dirottamente sotto l'influenza di un gagliardo ENE, e tanto che segnò il pluviometro mm. 60, 50. Abbassava intanto il barometro per mm. 4 in 5 dall'elevazione del giorno precedente, rialzandosi nella notte successiva, mentre il vento volgeva con forza da NNE, tenendo il mare in burrasca e continuando la pioggia fino alle ore meridiane del giorno 7. Si mantenne lo sconvolgimento atmosferico e del mare per tutto il giorno 8, crescendo la pressione barometrica, abbassando la temperatura e tendendo il vento al N.

La mattina del giorno 9 spirava una fresca brezza da O,

che piegava poi al N, mantenendosi in tutto il giorno poco agitato il mare. L'instabilità però del vento boreale, chiaro appariva dal decrescere del barometro. Si faceva sensibile la diminuita temperatura, pioveva e nevicava alternativamente fino alla mezza notte, suscitandosi allora furiosi colpi di vento da NNE, che continuarono tutto il giorno seguente, apportandoci tempesta in mare, neve in gran copia da mattina a notte e freddo molto sensibile. La mattina dell'11, mantenendosi bassa la temperatura, sotto il dominio dei venti medesimi del primo quadrante, cominciava a mitigarsi la tempesta, ed a risalire la colonna barometrica.

Nuovamente alle prime ore mattutine del giorno 21, soffiava violento NE, sollevando tempestoso il mare, cagionando pioggia nella città e neve nelle campagne circostanti. Mentre il termometro scendeva da + 12° del giorno precedente a + 5° 2, la pressione barometrica cominciava ad aumentare, innalzandosi poi in grado maggiore nei giorni seguenti 22 e 23, con il mare sempre tempestoso ed il vento forte di NE, finchè il 24 continuando ancora la burrasca, piegava impetuoso ad O, senza però perdere punto di forza, con l'aria sempre fredda ed il barometro al massimo dall'altezza. Dal giorno 21 al 24 abbiamo avuta una oscillazione barometrica di mm. 13. 7. Il giorno 25 calmavasi il mare con tempo sereno, predominando i venti del secondo quadrante e diminuendo la pressione.

MARZO

Un sensibile abbassamento barometrico scorgevasi nelle successive osservazioni del giorno 1, con venti che dal secondo quadrante innalzavansi al primo, per poi piegare impetuosi da O sul fare della notte, sconvolgendo violentemente il mare. Durava impetuosa la tempesta il mattino del 2 col NO, mitigandosi alquanto nelle ore pomer. con venti fra greco e levante. Il barometro dava un massimo di mm. 759. 3, mentre nel giorno precedente segnava il minimo mm. 752. 4. Pioggia quasi continua dalle 10 ant. dell' 1 fino alle 7 1/2 ant. del 2; Poi si rischiarava il cielo rimanendo pochi cirri fin dopo il mezzodì. Passava il giorno 3 con venti variabili, pioggia e cal-

ma di mare. Frattanto continuava ad aumentare il barometro, forti colpi di vento da SE facevansi sentire nel giorno 4 accompagnati da nuova burrasca in mare, che non calmavasi sebbene variasse la direzione con quelli del terzo quadrante, passando al quarto nel giorno 5, con indizio a quietarsi delle onde.

Rimarcavasi nel giorno 22 un abbassamento barometrico da mm. 757. 6, a mm. 745. 8, con vento di ONO, che gradatamente incalzando, produceva pioggia, ed agitazione violenta in mare nella sera e nella notte. Il giorno seguente con venti variabili e con piccolo aumento del barometro, il mare andava calmandosi, di primo mattino biancheggiavano per neve le circostanti colline, e cadeva la pioggia nelle ore pomeridiane. Mentre nel 24 il barometro sensibilmente aumentava, spiravano fino a sera venti da scirocco, quando alle 9 pom. si fecero sentire forti colpi di ONO accompagnati da burrasca, che continuava con il medesimo vento fino alle ore pom. del 25; mentre il barometro seguitava ad innalzarsi fino al massimo, che si ottenne il 26 con mm. 762. 8. Cominciava poi a decrescere fino a mm. 749. 6, che si ebbero nel giorno 28, quando i venti del 3° quadrante passando ad ONO, preparavano con la loro violenza un nuovo sconvolgersi dei flutti, massime sul fare della sera del giorno 29, indicando il barometro continuo aumento. Dal giorno 21 fino alla fine del mese, è degna d' osservazione la diminuzione della temperatura con il predominio dei venti del 4° quadrante, accompagnati da replicate apparizioni, sebbene leggiere, di neve.

APRILE

Dalle ultime osservazioni di Marzo alle prime osservazioni del primo giorno d'Aprile, dava il barometro indizii sebben lievi di depressione, che continuavano fino a sera, sotto l' influenza di venti forti da O ed ONO. Agitavasi con qualche violenza il mare iu sul far della sera, continuando cosi sotto l' influenza dello stesso ONO durante tutto il 2; il barometro intanto cresceva, ed il cielo tornava a mostrare lo splendido suo azzurro nelle ore pomerid. Acquietavasi in seguito il mare, tornando a qualche moto violento solo il giorno 23, indicato appena da

lieve oscillazione barometrica, e sotto il dominio dei venti del quarto quadrante.

MAGGIO

Il giorno 10 rimarcavasi un abbassamento assai palese della colonna di mercurio nel barometro, sotto l' influenza dei venti del secondo quadrante, che nel fare della notte cedevano il posto a quelli di OSO. Predominavano questi facendosi gagliardi nella giornata dell' 11, mentre nella canna Torricelliana il liquido metallico tendeva a salire fin là, donde era cominciato a scendere; nè a ciò tenevasi, ma più forte altezza raggiungeva il giorno 12 con venti del 4° quadrante; così che nell' indicato intervallo di tempo fra il 10 e il 12 segnava un minimo di mm. 755. 7, ed un massimo di mm. 767. 2. Nella sera del giorno 11 il mare veniva fortemente sconvolto, sebbene per breve spazio di tempo, da impetuosi colpi di libeccio.

Nuovo decrescere del barometro fino a toccare un minimo di mm. 759. 3 nelle ore pom. del 16, con venti che dal secondo tendevano a passare al terzo quadrante. Difatti in sulle ore 4 pom. di detto giorno sollevavasi il mare per circa un'ora con forte libeccio. Di lieve conto, con vento di sirocco, fu l'agitazione di mare nella sera del 18.

GIUGNO

Benchè nel giorno 4 non s'avesse alcun indizio di turbamento nel cielo, si mantenesse alta e costante la pressione aerea, e la temperatura non fosse dissimile dai dì precedenti, tuttavia nelle ore pom. cadeva piccola pioggia e all' imbrunire della notte, variando ed incalzando il vento da ONO ad O, facevasi sentire il principio di un turbamento di mare. Cominciava il giorno 5 con violenza di venti da ponente, il mare sconvolto, rimettendosi nelle ore meridiane, mentre l' aria dava segno di rasserenarsi piegando il vento a NE. Alle 4 circa del pomeriggio s' accumulavano nubi temporalesche spinte da libeccio, che soffiava nelle alte regioni, e pioveva debolmente per 2 ore segnando al pluviometro mm. 0. 50. Al principio del-

la notte spirava leggera brezza da ONO, cessando l'acqua. Durante il dì l'oscillazione barometrica fu di circa un millimetro, ma si notò un sensibile abbassamento di temperatura in tutte le osservazioni del giorno, e in quelle specialmente delle ore antimeridiane.

Nella mattina del 7 con impetuosi venti boreali sconvolgevasi il mare, mentre il barometro dava indizio di elevarsi, come poi più apparentemente rimarcavasi nel seguente giorno.

Il 10 con bel tempo scendeva il barometro da mm. 769. 1. fino a mm. 756. 8 notati nell' 11. Si facevano sentire nel primo giorno i venti del secondo quadrante, cambiando poi con quelli impetuosi del terzo, o rinforzando con l'E fra l' 11 e il 12, mentre il barometro cominciava ad innalzarsi, quasi a presagire i venti boreali. Mantenevasi il cielo presso che totalmente sereno, sin quando ringagliardito il vento d'OSO nelle ore pom. del 11, s'ingombrava di folte nubi temporalesche. Alle 8 pom. lampi e tuoni nella regione SO con poca pioggia. Nella notte e successiva mattina del giorno 12 appariva il mare aspramente tormentato dal levante. Cominciava a calmarsi in sul fare della sera. La temperatura era di molto diminuita da quella del giorno precedente.

Dal massimo barometrico di mm. 766. 3 notato alla prima osservazione del giorno 17, scendeva il mercurio al minimo di mm. 756. 2 trovato nelle ore pom. del 18, dopo il quale manifestava un progressivo rialzamento. Alle 3 pom. di detto giorno minaccia di vento da SO. Verso le 7 pom. scoppiava un uragano con fortissimi colpi di vento da E ed ENE, spezzando alberi nelle circostanti campagne; qualche tuono, poca acqua dense nubi minaccianti gragnuola; al pluviometro mm. 1. 00; durava circa mezz' ora; il mare mettevasi a tempesta, così mantenendosi nel giorno 19 con barometro crescente, e venti predominanti del primo quadrante, che in sul fare della sera cambiavansi con quelli del quarto, sotto l'influsso dei quali mitigavasi la burrasca nel dì seguente.

LUGLIO

Alcun rimarchevolissimo sconvolgimento atmosferico non

turbò il corso del mese. Non mancarono tuttavia deboli irregolarità al normale andamento delle meteore, a somiglianza del passato Giugno. Così nel giorno 12 spirava fin dalle prime ore del mattino l' OSO, che si faceva sempre più sensibile. Al crescere del vento imperversava il mare, si cuopriva parzialmente il cielo di cumuli, e discendeva il barometro da mm. 761. 4 a mm. 758. 3 nelle prime ore pom. cominciando poi a salire di nuovo. All' osservazione delle 3 pom. scorgevasi a NO un nembo, che minacciava pioggia temporalesca, ma non cadeva acqua, se non alle ore 9 pom. e debolmente; mentre il vento facevasi impetuosissimo da ONO. La mattina seguente veniva il vento da N e ricomponevasi gradatamente il mare.

Nelle osservazioni del mattino del 25, l' atmosfera appariva in gran parte coperta da nubi sotto forma di cirro-cumuli e cumulo-strati. Piccola pioggia fra mezzodì e le ore 2 pomeridiane. Alle tre pom. formavasi un nembo a ponente, che dava forte acqua dalle ore 4 alle 6, mentre mostravasi il mare momentaneamente assai agitato. Il fenomeno passava quasi inavvertito dal barometro. Si notavano al pluviometro mm. 6. 50.

Così al mattino del giorno 28 soffiava mediocremente l' O, e ricoprivasi l' atmosfera in gran parte di cumuli; più tardi ingagliardiva il maestro, muovendosi il mare quasi a tempesta. Le nubi però sospinte violentemente, sgombravano l' atmosfera, che nelle ore pom. rimaneva con pochi cirro-strati. Il barometro intanto aveva compiuta una lieve oscillazione, montando dal minimo di mm. 760. 0 a mm. 761. 7.

AGOSTO

Dall' altezza massima barometrica di mm. 760. 2 notata il giorno 2, discendeva alla minima di mm. 756. 9. nel giorno successivo. Variabili i venti fra libeccio e levante nel primo giorno, mettevansi decisamente al terzo quadrante nel giorno 4., mentre oscillante il mercurio, dava segni generali d' innalzamento. Dal mezzogiorno alla sera prendendo vigore l' OSO, muoveva il mare a tempesta, che nella notte andava smettendo del suo furore.

Da mm. 760. 0 avuti nel barometro la sera del 18, si ar-

rivava al minimo di mm. 755. 8 nelle ore pom. del 19, dopo di che cominciava il mercurio nuovamente a montare. I venti del primo quadrante avevano spirato durante il primo giorno. A mezzodì del 19 il vento da OSO, che soffiava fin dal mattino, incalzava di forza, agitandosi il mare. Nelle ore pom. girava a NNE. Verso le 7 della sera foschissime nubi ingombravano in un istante il cielo da NE. Alle 7 $^1/_4$ scoppiava violento turbine da ENE. Durava circa mezz' ora; quindi lampi nella regione NE, ed acqua forte per pochi minuti. Alle 8 e un quarto, passando il vento da E, rasserenavasi il cielo. Il mare durante la notte tornava a calmarsi.

La terza decade sembrava voler passare senza sconvolgimenti atmosferici; se non che il mattino dell'ultimo giorno del mese mostravasi il cielo quasi totalmente annuvolato, soffiando NNO. Per tal modo erasi per intero cambiato il regolare andamento dei tre giorni precedenti, in cui spirando sempre deboli e costanti i venti di levante e scirocco, il cielo mantenevasi sereno. Alle ore 5 $^1/_2$ pom. s'ammassavano per l'aria cumuli nebbiosi e temporaleschi, rinforzava il vento e cadeva dirotta pioggia con ripetute e forti scariche elettriche. Il mare si agitava alquanto, ed il barometro segnando alle 3 pom. il minimo di mm. 759. 9 da mm. 761. 2 avuti all'osservazione del mezzodì, dava un qualche indizio della tempesta. Risaliva di nuovo al principiare della notte, quando cessava il mal tempo.

SETTEMBRE

Il barometro che dal massimo di mm. 769. 1 ottenuto alle 9 ant. del giorno 11, indicava discesa, toccava il minimo di mm. 764. 7 alle 3 pom. del giorno 12, cominciando poi a montare di nuovo. Frattanto fino alle ore ant. di quest'ultimo giorno cirri e caligine oscuravano in parte l'atmosfera. Alle 6 $^1/_2$ pom. scoppiava un forte turbine da ENE con agitazione del mare, durando circa un'ora e mezza con poche goccie di acqua. Il vento poi calmandosi girava da SE; alle 8 $^1/_2$ pom. forte pioggia fino alle 9 $^1/_2$, segnando al pluviometro mm. 4. 50.

La più elevata pressione del mese si aveva dapprima nelle ore meridiane del giorno 24 con mm. 772. 0, con leggero ven-

to di O, ed il cielo quasi sereno, insensibilmente poi diminuiva per toccare nuovamente mm. 772. 0 al mezzodì del giorno 26 mentre soffiava impetuoso l'ENE fin dal mattino, sollevando ii mare a burrasca, e continuando così fino a sera. L'aria però era quasi sempre serena, mantenendosi il barometro con minime variazioni. In sul far della notte il vento senza punto perdere di forza piegava da levante, ed ingombrandosi l'atmosfera di cumuli, pioveva dalle 10 pom. alle 12, mm. 3. 10. Continuava la pioggia fino alle 5 ant. del giorno seguente, segnando altri mm. 11 con lo stesso forte vento da ENE e mare sconvolto. Poche goccie di acqua in seguito alle 8 ant.; cielo quasi coperto di cumuli e cumuli-cirri. Nelle ore pom. il vento smetteva alquanto di forza, senza apparente diminuzione del livello nella colonna barometrica. Al mattino del giorno 28 la pressione appariva discesa a mm. 770. 1. Nelle ore pom. cominciava decisamente a declinare, spiravano intanto venti sciroccali nel mattino, e da levante nelle ore pom. il mare dava a sperare il ritorno alla calma. Il cielo rimaneva sempre coperto di nubi, piovendo dalle 10 $^1/_2$ alle 11 del mattino, ed interrottamente nel pomeriggio. L'abbassarsi del barometro era sicuro presagio a fronte dell'apparenza del mare, che il mal tempo non era cessato.

Difatti cadeva pioggia abbondante nelle prime ore del seguente giorno; quindi il vento da scirocco passava a ponente guadagnando forza, ed il mare tornava ad agitarsi tempestosamente, mentre il livello del mercurio continuava a discendere. Alla sera il vento diminuiva di vigore, e così il turbamento delle onde. Nel giorno seguente, continuando tuttavia la discesa del barometro fino a mm. 764. 7 con venti del 4° quadrante, venivasi mitigando il mare, mentre il cielo rimaneva in gran parte coperto di cumuli, cumuli-cirri e strati.

Così cessava uno sconvolgimento di 4 dì, in ciascuno dei quali si ebbe caduta di acqua, che nell'assieme segnò al pluviometro mm 32. 40. L'agitazione dell' aria e del mare, e la pioggia cagionarono un lieve abbassamento di temperatura; dileguandosi così interamente quell'infezione atmosferica, alla quale sembra doversi attribuire i gravi mali, dai quali per oltre due mesi eravamo afflitti.

OTTOBRE

Ponendo mente al barometro lo si trovava crescere gradatamente dal primo giorno del mese fino al mezzodì del 4 toccando in questo giorno l'altezza di mm. 765. 8. Si abbassava poi la mattina del giorno seguente alla minima di mm. 762. 5; dopo di che tornava ad aumentare raggiungendo il giorno 7 un secondo massimo con mm. 766. I venti del quarto quadrante passavano da levante nella sera del primo del mese; predominava l'ESE nel 2 e 3, ascendeva bruscamente ad ENE nel giorno 4, volgevasi impetuoso da OSO fino a NNO nei giorni 5 e 6, finchè questi riponevano della loro forza persistendo nella direzione il giorno 7. Durante il giorno 3, il cielo era annuvolato e pioveva ad intervalli; alle ore 10 $^1/_2$ della sera veniva avvertita una leggerissima scossa di terremoto ondulatorio. La mattina del quattro infuriavano le acque sollevate dall'ENE, che alla sera si convertiva senza detrazione di forza in NNE. Il cielo sempre variabile; la temperatura marcatamente discesa a + 14°8 da + 17° 4 minimo segnato il dì precedente. Non cessava il cinque l'equinoziale tempesta, sebbene variati i venti. Ingombravasi il cielo di ammassi di cumuli nelle ore mattutine, e pioveva dirottamente per circa un' ora. Dopo il mezzodì salito il vento dal terzo al quarto quadrante fino a NNO, l'aria rischiaravasi in parte. Continuava in mare la burrasca anche per tutta la notte e il giorno seguente, in cui il vento piegava prima da O, pigliando in seguito la direzione di NO, sempre con energica forza, nè cessando dall'impeto che a notte inoltrata. Il mattino del 7, spirando sottil brezza da ponente, si ricomponevano i flutti, preparando una perfetta calma per il giorno successivo.

Dalla prima osservazione mattutina fino a mezzodì del 16, notavasi un massimo barometrico di mm. 763. 1. Cominciava poi a diminuire, rilevandosi il minimo nella sera del diciassette con mm. 755. 1. Poca differenza faceva in tutta la giornata del 18, decrescendo il 19 fino a mm. 752. 0. Il massimo barometrico del 16 era accompagnato da leggeri libecci, che si convertivano il giorno successivo in gagliardo ONO, tornando a scendere, mitigandosi il terzo dì.

Il mare non stavasi quieto, dando segni di burrasca fin dalle ore meridiane del 16. La veemenza dell'ONO nel 17, continuando tutto il giorno, lo agitava tempestosamente, mentre il cielo cuoprivasi di cumuli, rasserenandosi solo verso la sera. Calmava nella notte.

Una oscillazione barometrica di circa tre millimetri, fra il massimo verificato nella prima ed il minimo trovato nell'ultima osservazione del giorno 23 sotto l'influenza del SSO, accompagnava un forte nembo nella regione O, che formavasi verso le 5 $^1/_2$ pom. scoppiando in pioggia con lampi e tuoni, durava fino alle 8. Il mare ne veniva momentaneamente turbato.

Salendo il mercurio nel barometro fino dai giorni precedenti, raggiungeva un massimo di mm. 764. 7 la sera del 26, per poi correre a precipitosa discesa, tanto che alla prima osservazione del 28 lo si trovava di mm. 750. 9. Cadeva pioggia nelle ore del mattino; scoppiava forte vento di NNE, che girava ben presto ad ENE, sconvolgendo il mare. Nelle ore pom. calmava la violenza, assieme al sollevamento dei flutti. Nella sera del 28 si agitava debolmente il mare, ed avevamo sensibile l'OSO. Il barometro cresceva dal minimo di mm. 750. 5 delle 3 pom. Alla mattina seguente infuriavano l'O ed il mare; coprivasi il cielo totalmente, e pioveva alle 8 per circa mezz'ora. Continuava il vento con la stessa forza, ascendendo nel mezzodì a ONO; e cessava al finire della giornata, calmandosi contemporaneamente il mare con l'aria sparsa di rare e sottili nuvolette. L'escursione crescente barometrica fu in 24 ore di mm. 10, tuttavia seguitò ancora, e il massimo si ebbe alle 9 ant. del 30 con mm. 765. 0, bello il tempo e venti deboli dominanti del primo quadrante.

NOVEMBRE

Da mm. 752. 3 notati alle 9 pom. del terzo giorno del mese, ha cominciato il barometro gradatamente ad ascendere, toccando mm. 763. 9 alle 9 antimeridiane del giorno 7. I venti più o meno sensibili passavano frattanto dal primo al secondo quadrante. Un forte levante al mattino del cinque cominciava ad agitare le onde, ma ben presto cedeva all'ONO, che

doveva mantenere la burrasca dalle prime ore del mattino fino al pomeriggio del giorno 6. Molti cumuli ingombravano il cielo nella giornata, che verso sera si diradavano.

Le ore pom. del giorno 10 davano un minimo di escursione barometrica con mm. 753. 9, avendo calato di mm. 2 dalla prima nota del mattino. Tutto il giorno cadeva quasi continua la pioggia, che al pluviometro saliva di millimetri 19. 10. Verso la sera sentivansi nelle alture colpi mediocri di vento da NNO e da O, i quali trasportavano per l'atmosfera ammassi de' cumuli nebbiosi. Destavasi nella notte un vento gagliardissimo di ENE, che sollevò a burrasca il mare, dileguando le nubi a segno, che nel seguente mattino vedevasi il cielo in gran parte scoperto, e piegava il vento ad O divenendo furiosissimo; rimontava più tardi ad ONO, mitigando un poco in tutto il resto della giornata, in cui non fu ingombrata l'atmosfera che da pochi e sottili cirri. La pressione barometrica sempre in aumento durante il giorno salendo a mm. 766. 2. Nella mattina del 12 soffiava con violenza tramontana, e persistevano le acque burrascose, ma non coll'impeto del giorno innanzi. Verso sera piegava il vento a NO, e si mitigava unitamente all'agitazione del mare; il cielo era seminato da rare nubi. Seguitò l'aumento della pressione fino a tutto il giorno 13, ed una parte del 14, raggiungendo il mass. di mm. 774. 9 nelle ore meridiane di quest'ultimo dì. Durante i due giorni di tempesta abbiamo rimarcato un sensibilissimo abbassamento termometrico. Passarono il 13 ed il 14 con venti del primo quadrante poco sensibili, ma la sera del 14 suscitavasi un O gagliardo, che continuava alternando con il NO e l'ONO nel giorno 15, con un tempo, che addiveniva sereno nelle ore pom. ingagliardiva l'O la mattina del 16 sino a mezzodì, allorchè variando e scemando di forza, saliva a ONO, per ridiscendere verso sera a calmarsi.

Non lunga però doveva essere la quiete. Dal massimo precedentemente notato scendeva grado grado il livello nel tubo torricelliano; quando il mattino del 18 con venti del 3° quadrante ruggiva per nuova tempesta il nostro mare, e così durava l'intiera giornata, mitigando un poco a sera, mentre il vento calmandosi variava con sirocco, per correre a ponente

nella notte. Sotto l'impeto di quest'ultimo rinforzava la burrasca nel giorno 19. Alle prime ore del mattino era il barometro cresciuto di un grado dalla sera precedente, e con tenui oscillazioni conservava l'aumento fino a notte, per poi continuare la discesa sino al mezzodì del giorno 22, dando allora mm. 761. 5. Il cielo era ingombro di nuvoli nebbiosi, che si mantenevano tutto il dì, in cui quasi di continuo si ebbe pioggia, insieme al vento e all'agitazione del mare. Il mattino del 20 durava leggerissimo l'O, essendo il cielo nella maggior parte sereno.

Da mm. 764. 4 dati dal barometro alle 9 ant. del 28, si andava al minimo di millimetri 761.. 0 alle 8 ant. del 29, e soffiando contemporaneamente in quest'ultimo giorno con impeto l'OSO, il mare si agitava con violenza. Alle 9 però il vento era cessato, si rasserenava il cielo e il barometro saliva. É da osservarsi in quest'ultimo leggero turbamento l'alta temperatura, che continuava da parecchi giorni in precedenza. A così tarda stagione il termometrografo segnava il minimo di + 14°1, potendosi ragguagliare al doppio dei minimi di temperatura della seconda decade.

DECEMBRE

Una prima sebbene non forte agitazione del mare presentava Decembre la sera del 5, continuando con forza non costante durante la giornata del 6. La densa nebbia dei dì precedenti, convertivasi in acqua durante quest'ultimo giorno, cadendone fino alle 6 pom. Il vento variabile fra O e NNO, dopo avere prima soffiato fra il secondo e terzo quadrante. Il barometro da mm. 756. 4 del giorno 5, montava fino alla sera del 6 a mm. 763. 4, continuando nei giorni successivi la sua ascesa.

Cominciava con quiete la pioggia nelle prime ore del giorno 15, continuando debolmente ad intervalli sino alle 2 del pomeriggio; allora piegando il vento da O ad ENE acquistava forza; in sull'imbrunire diveniva gagliardo e a colpi ripetuti infuriava nella notte. Contemporaneamente movevasi il mare a forte burrasca, e il cielo si rasserenava. Il giorno seguente durava la tempesta, persistendo violentissimo l'ENE fino a sera,

in cui smetteva del suo furore, per cambiare nei giorni 17 e 18 con veemente e costante O, che perdeva ogni forza solo la sera del 18, ed assieme con esso si ricomponeva il mare. Le osservazioni barometriche ci dicevano, che dopo la pressione massima di mm. 770. 2 avuta alle 9 ant. del 14, la colonna era discesa a millimetri 763. 0 nelle ore antimeridiane del successivo giorno, per poi crescere nuovamente. Le forti convulsioni atmosferiche ci apportavano rigida temperatura, la quale maggiormente risentivasi per l'aria mite, che ci era stata propizia nella prima decade mensile.

Con elevata e poco variabile pressione, trovavasi agitato il mare nel giorno 22 con il greco e greco-levante. Il cielo rischiaravasi e la giornata 23 passava bellissima, cambiando il vento direzione con l'opposto ponente, e ponente-maestro; sotto l'influenza del primo dei quali avevasi nuovamente forte turbamento nel mare il mattino del 24, mitigando poi col salire a maestro. L'atmosfera per metà ingombra di cirri nel mattino, notavasi all'ultima osservazione dalle 9 completamente serena.

Dall'esame delle singole burrasche avvenute nell'anno 1865, crediamo di dover trarre le seguenti conclusioni:

1° Il mese che ha marcato il massimo numero di giorni burrascosi fu Marzo; vengono poi per gradazione Decembre, Febbrajo, Novembre, Ottobre, Settembre, Giugno, Agosto, Aprile, Luglio, Gennajo e Maggio.

2° Relativamente alla forza e durata delle tempeste di mare, primeggia quella della seconda decade di Novembre con venti del primo e quarto quadrante. I nostri uomini di mare la chiamano per tradizione *burrasca dei morti*. Vengono poi le equinoziali. L'ultima decade di Marzo presenta in fatti 7 giorni tormentati da venti del quarto quadrante. Gli ultimi giorni di Settembre e i primi d'Ottobre danno fenomeni di burrasche portateci dai venti del primo e quarto quadrante. In fine troviamo degno di considerazione il solstizio d'inverno, preceduto e seguito da sconvolgimenti nel mare, per effetto egualmente dei venti del primo e quarto quadrante. Non mancano

in altri tempi altre burrasche, ma di minor durata e di minori effetti. Sono da notarsi quelle di Febbrajo condotte dalla *bora triestina* e quei colpi impetuosi e subitanei del nostro *garbino* nella stagione estiva.

3° Le maggiori burrasche vengono generalmente prevedute dal barometro; spesso succedono all'accrescimento di pressione dopo un minimo toccato poco innanzi. Le altezze della colonna di mercurio aumentano sempre, quando si tengono dietro venti del primo o quarto quadrante con tendenza alla tramontana, decrescono nel caso opposto.

Dobbiamo dunque ritenere quanto avevamo fin da principio premesso, che un attento studio sul mare, in relazione ai fenomeni atmosferici ed alle oscillazioni barometriche, non è una mera speculazione scientifica di risultati ancora incerti ed oscuri, ma una evidente dimostrazione dell'intimo collegamento, che passa, fra i fenomeni naturali e le nostre osservazioni meteorologiche.

DELLE STELLE CADENTI VISTE DALL'ETNA NELLA NOTTE DEL 13 AL 14 NOVEMBRE 1866; DI MAR. GRASSI.

Un' apparizione straordinaria di meteore ignee, o stelle cadenti e globi di fuoco, rara a verificarsi nel cielo di Sicilia, è uno dei grandi fenomeni, che nell' interesse della scienza non debbe passare inosservato. Esso, destando sorpresa e sgomento, è avvenuto nella notte del 13 al 14 di questo Novembre; ed io ne porgo notizia a lei come al dotto amico che prende parte a avvenimenti di tal fatta; che ama tanto la Sicilia da lei reiteratamente visitata; e che ammirate spieghe ha dato ad interessanti fenomeni atmosferici, che da questo R. Osservatorio astronomico le sono stati segnalati. Diverse specole daranno senza dubbio le loro relazioni. Io stimo opportuno notare quanto fu dato osservarne da questa orientale parte dell' isola, sicuro che gioverà, se non altro, all' opera dei confronti, che vale a portar luce sopra la materia.

Il giorno 13 Novembre chiudevasi fra noi con una delle più limpide sere. Temperato era l' aere, regnava dapertutto silenzio e calma, ed il firmamento instellavasi. Quella notte una delle più serene che si godano in Sicilia, il nostro cielo senza nubi, e paragonabile a quello dell' Africa, decantato da' viaggiatori e da' geografi per la sua beltà e trasperenza. Tutte le cir-

costanze erano le più opportune alle osservazioni magnetiche, ed a quelle concernenti talune speciali meteore.

Or verso le ore 4 italiane di siffatta notte i campi atmosferici cominciarono a vedersi solcati da meteore cosmiche che nel linguaggio della scienza distinguonsi col nome di *stelle cadenti* o *filanti*. Al nudo-occhio dell'idiota sembrava che le stelle si staccassero del loro posto, e sfumassero in una striscia fosforescente lasciando sgombro il cielo. Gli etnei sono avvezzi a veder qualche volta, nelle notti estive, solcata l'atmosfera da alcune meteore di tal fatta, e da qualche globo luminoso: ma adesso la loro quantità cominciava a mostrarsi inconsueta.

Lo spettacolo nuovo non avea in sul principio che pochi spettatori, i quali per caso trovansi in quell'ora all'aria aperta. Quasi tutti gli abitanti delle campagne, de' villaggi, e delle città del perimetro etneo, pel minacciante cholera, erano al coperto dentro le loro case ed immersi per lo più nel sonno. I pochi spettatori però, sorpresi dall'estraordinaria scena, riguardata come funesta non tardarono ad avvertirne molti de' vicini, e a mandar messi ad amici e a parenti lontani, per avvisarli di quei creduti segni di prossima e grande sciagura. D'allora il numero degli spettatori divenne immenso.

Il sorprendente e sublime fenomeno prese a svilupparsi gradatamente, crescendo sempre più, e continuando al di là di cinque ore. Le meteore cominciarono a moltiplicarsi in guisa da potersi calcolare parecchie centinaja al minuto. Esse partivano da tutti i punti, ed in tutte le direzioni, ma un poco meno a tramontana; nel loro corso mostravansi serpeggianti, ma la maggior parte percorrevano una linea retta. La loro luce somigliava generalmente a quella delle stelle; variava però talvolta da potersi dire aurata, rossastra. Esse non mandavano alcuno scoppettio; ma intermezzate spesso da bolide, o globi accesi fulgentissimi, avveniva che s'illuminasse la terra di luce viva quanto quella del più bel lume di luna. Questi globi cessanti senza detonazione o rombo, lasciavano frattanto dietro loro una striscia luminosa, la quale dileguavasi dopo parecchi minuti secondi: talvolta nell'estinguersi parea si rompessero in brandelli, o minuzzoli ardenti. Questo complesso di circostan-

ze intimidì e spaventò siffattamente gl' idioti delle campagne, che la maggior parte rimasero all'aria aperta, accendendo dei grandi fuochi per ripararsi dal freddo (1).

L' apparizione del maraviglioso fenomeno, nella sua lunga durata non mancò di fasi. Verso le ore 6 d' Italia lo spettacolo prese un incremento maggiore. Le minori meteore moltiplicaronsi a migliaja; le altre di maggior volume apparente succedevansi con breve interruzione. Un globo lucente in particolare sembrò slanciarsi dalla cima del nostro gigantesco vulcano, e si diresse all' oriente. In tale periodo avresti detto il firmamento infiammarsi: lo sviluppo, il numero il contrasto di quelle stelle filanti, e di quelle bolidi si accrebbe a dismisura.

Alle 7 l' intensità e la maestà paurosa e terribile del fenomeno si moltiplicò e ingrandì ancor di più, e con essa lo stupore e lo spavento che divenne generale e giunse al massimo grado. Allora le erranti meteore diedero sembiante di un immenso e terribile artifizio di fuoco, da cui scappassero per ogni verso fasci di ardenti razzi: parve che fosse una specie d' eruzione pe' campi del cielo, e che lo stesso s' incendiasse. Questo nuovo contrasto tempestoso di siffatte stelle, quest' apparente cataclisma de' corpi celesti, pose brivido profondo negli animi tutti. A giudicar dalla vista sembrava invero imminente un grande e luttuoso esterminio!

Dopo, il fenomeuo durava sino alle ore 8, ma cominciando piuttosto a decrescere. Ciò che in allora osservossi di più sorprendente fu un gruppo di meteore che parve slanciarsi dalla regione soprastante al nostro Mongibello, e si diresse a greco.

Alle 9 la grande scena proseguiva, ma indebolendosi vieppiù; il corso delle stelle cadenti, era in numero minore. Solo in questo altro periodo fu notevole un grande globo luminoso, il quale procedendo da levante a ponente, parve posasse sul

(1) Riesce curioso sentire le descrizioni del fenomeno, vive pittoresche e paurose degli abitanti di Zafferana-Etnea, Pisano, S. Venerina, Macchia, S. Giovanni, S. Alfio, Mascali, Nunziata, Giarre, Riposto, Piedimonte, ed in generale di tutte le campagne, e de' villaggi etnei.

cratere dell' Etna (essendosi estinto in tale direzione), e poi trasformossi per poco in fosforescente nuvoletta. Dopo pochi minuti, altro globo di fuoco, o bolido brillantissimo, si diresse dalle colonne atmosferiche dell' Etna verso tramontana, e si estinse nel modo istesso del precedente. Alle 10 quella vista continuava, ma con sensibile decrescenza sino all' alba; finchè sorgendo l' aurora nulla più fu dato osservare.

Tal' è in breve l' abbozzo storico dell' estraordinario fenomeno meteorologico apparso in questo cielo nella memorabile notte dal 13 al 14 Novembre di quest' anno. Qual grande e misteriosa potenza la Natura mette in opera per offrirci fatti così meravigliosi!

Noi non osiamo dir nulla sulla causa di questa meteora. Il fenomeno delle stelle cadenti e dei globi di fuoco è ancora inesplicato. Alcuni filosofi e naturalisti supposero che lo stesso si generi negli strati superiori dell' atmosfera, da elementi in essa esistenti nello stato gassoso. Scienziati di gran nome considerano oggi però le stelle cadenti non altro che aereoliti, obbliquamente traversanti o radenti gli strati superiori dell'atmosfera, al contatto della quale diverrebbero momentaneamente luminosi. La loro altezza, secondo le più recenti osservazioni, stimasi fra le dieci e le diciotto leghe, vale a dire verso i limiti della nostra atmosfera; la loro celerità da cinque in otto leghe per minuto secondo.

Noi avremmo amato di dare alla nostra breve relazione una precisione maggiore sotto questi rapporti. Non potevamo ciò però senza appositi studi e nella totale deficienza degli esercizi strumentali. Un ragguaglio di tal fatta possiamo solo sperarlo dal nostro Osservatorio astronomico di Palermo, e da quello di Napoli e d' altre capitali, se il fenomeno si presentò in quella zona come nella nostra.

Indipendentemente però dalla precisione di questi dati, l' averlo descritto secondo le sue apparenze in questa parte di cielo, non è senza interesse ne' fasti storici della scienza, sì perchè in se stesso grande ed estraordinario, e sì ancora perchè rarissimo ad accadere in Sicilia. Quale potente disposizione d' incandescenza dovette regnare il 13 Novembre nelle alte regioni della nostra atmosfera, onde fornire per cinque o sei

ore migliaja e migliaja di stelle cadenti e di bolidi, da presentare si immenso spettacolo?

Questo fenomeno, tra le descrizioni da noi lette in tal genere, ci sembra che trovi precipuo riscontro in quello rapportato dal celebre Humboldt nel suo viaggio in America. In allora la notte dall' 11 al 12 Novembre, a Cumana, verso il mattino, si videro a levante meteore luminose estraordinarie; migliaja di bolidi e di stelle cadenti si succedettero per quattro ore. Sin dall' inizio del fenomeno non era spazio del firmamento uguale in estenzione a tre diametri della luna, che non si vedesse ogn' istante ripieno di bolidi e di stelle cadenti. Queste meteore lasciavano tracce luminose per sette od otto minuti secondi: le bolidi sembravano rompersi come per esplosione, e scomparendo lasciavansi dietro strisce fosforescenti.

Il medesimo naturalista riflette che la superficie raggiante del globo, e la carica elettrica delle basse regioni dell' atmosfera sembrano provare, che siffatta influenza sia sensibile almeno fino all' altezza di cinque o sei mila tesi. Rapporta intanto che in un paese pieno di vulcani, sui rialti delle Ande, 30 anni prima del fenomeno del 12 Novembre testè riferito, ne fu osservato altro analogo. Dalla città di Quito videsi inalzare, in una sola parte del cielo, sopra il vulcano di Cavambè, si gran copia di stelle cadenti, che gli abitanti di quella città credettero tutta la montagna essere posta ad incendio. Questo spettacolo estraordinario, sparse lo spavento ed il terrore in quel popolo superstizioso, ma non durava più di un' ora. Quello passato su' campi atmosferici delle nostre coste, e di questo nostro massimo tra' vulcani ardenti di Europa, assume per la sua durata un carattere assai più significante.

Sulla genesi delle meteore cosmiche, come sopra cennammo, l' ultima parola non è detta ancora.

Il nostro fenomeno giova infine a comprovare il fatto singolare sul quale l' Arago chiamò recentemente l' attenzione dei dotti, quello cioè della periodicità del pieno di siffatto fenomeno, che succede verso la metà de' mesi di Novembre e d' Agosto, periodicità contestata a riprese da differenti osservatori. Poggiandosi su l' espressata osservazione, quell' insigne astrono-

mo opina, che migliaja di corpiccioli opachi, galleggiando nello spazio, vengano forse annualmente, nella loro periodica rivoluzione, a tagliare l'orbita della terra a poca distanza dal punto dell'ecclittica in cui trovasi il nostro pianeta verso il mese di Novembre e di Agosto, e che entrando nella nostra atmosfera divengano a noi visibili nel momento in cui s' infiammano. Il fenomeno da noi descritto è un fatto di più a convalidare l'opinione posta innanzi su questa circostanza dal dotto astronomo.

Da Acireale appiè dell'Etna 18 Novembre 1866.

ESPERIENZE SU LA PRODUZIONE DEI VIBRIONI IN LIQUIDI BOLLITI DEI PROFESSORI OEHL E CANTONI; RELAZIONE E CONSIDERAZIONI DEL PROF. CANTONI (1).

(*Dal Rendiconto dell' Istituto Lombardo.* Agosto 1866)

Dalle sperienze eseguite nello scorso anno ci era rimasto dubbio che un infuso di farina di fave, chiuso con aria entro un palloncino di vetro, fondendone il collo affilato al modo usato già dallo Spallanzani, non fosse più atto a produrre vibrioni qualora lo si fosse tenuto a lungo alla temperatura d' ebollizione, o qualora questa avesse ecceduto anche di poco i 100°, laddove in molti casi li avevamo ottenuti collo stesso infuso similmente mantenuto a 100° per solo una decina di minuti. Con ciò noi non volemmo contradire, senza prove dirette, l' asserto dello Spallanzani, il quale entro 19 boccette, mantenute per un' ora in acqua bollente, non ottenne infusorii di sorta.

Cogliendo adunque l' opportunità della calda stagione, ci facemmo quest' estate a innovare e variare alcune delle precedenti esperienze, in vista segnatamente di risolvere l'anzidetto dubbio. Pensammo però di adoperare un liquido più

(1) Ricordiamo al lettore la memoria sullo stesso argomento già pubblicata in questo periodico (tomo XXIII-IV 1865-66) dal Prof. Oehl per rimarcare che se qualche volta siamo in disaccordo nelle vedute si è perchè ci siamo riserbati piena indipendenza d' opinioni mentre entrambi attestiamo l' accuratezza estrema delle sperienze fatte in comune.

N. d. A.

ricco di sostanze albuminoidi che non fosse il predetto infuso.

Preferimmo il brodo, preparato con buon muscolo di bue, finamente tagliuzzato, infuso prima in acqua fredda per una mezz' ora, e bollito poi per un quarto d' ora, con un peso d' acqua appena doppio di quello del muscolo impiegato; in seguito il brodo era passato per doppio filtro, sì che ne sgorgava limpido, con un colore leggermente paglierino, senza traccia di grasso, con odore aromatico, e molto sapido. A mezzo di un liquido così fatto si eseguirono molte serie di esperimenti dal 21 di Luglio a tutto Agosto. Ebbesi cura altresì di adoperare palloncini più capaci de' precedenti, e di introdurvi meno di liquido; cosicchè nel più dei casi ognuno di essi conteneva circa 4cc di liquido a contatto con oltre 90cc di aria. Tutti venivano chiusi a fusione di vetro, innanzi sottoporli ad elevata temperatura. Alcuni furono mantenuti entro acqua bollente a 100° per 10, altri 30, ed altri 60 minuti. I primi, dopo ventiquattro ore, mostravano un liquido intorbidato, ed un'incipiente pellicola alla superficie, quando la temperatura dell'ambiente si tenne fra 25° e 27°; che se questa oscillava fra 23° e 25°, per avere le stesse apparenze, conveniva lasciar trascorrere due giorni dalla bollitura. Sempre però accadeva che, aprendo alcuni di essi al secondo giorno, ancorchè il liquido sembrasse trasparente, vi si scorgevano molti e mobilissimi vibrioni. Col terzo giorno dalla bollitura, anche i palloncini bolliti mezz' ora ed un' ora intera, offrirono il liquido poco meno opaco, ed una membrana proligera quasi egualmente ricca che negli altri. Ben s' intende che, aprendo qualunque di essi, il liquido mostravasi pieno di vibrioni, e tutti colle stesse forme. E si noti che in ciascuna serie di prove si usavano da sei ad otto palloncini, e che sempre concordi essi diedero le stesse apparenze; fuorchè i palloncini, dove il volume dell' aria in rapporto a quello del liquido era maggiore, offrivano una membranella più ricca.

Rimane intanto fuori di dubbio, che un liquido carico di materia organica, in un giorno o poco più, ed in un am-

biente a temperature non inferiori a 26°, si popola di vibrioni, sebbene abbia subito per un' ora lo scaldamento di 100°, e sebbene si trovi a contatto con aria limitata ed assoggettata alla stessa temperatura.

Pertanto la sovraddetta esperienza di Spallanzani non è punto confermata, o piuttosto non ne è confermata la deduzione che egli ed altri poi ne trassero, che cioè ogni liquido, così a lungo bollito, non presenti mai vestigia di infusorii, finchè sia sottratto al commercio coll'aria esterna.

Ora noi non possiamo ammettere che lo Spallanzani, accuratissimo e consumato sperimentatore qual era, s'ingannasse nelle sue osservazioni. Alcuno potrebbe credere che i microscopii da lui usati non avessero una bastevole forza d'ingrandimento, da lasciargli scorgere i vibrioni che per avventura fossero nel liquido delle sue bottiglie. Ma certo egli avrebbe dovuto scorgere, anche senza uso di lenti, e l'intorbidarsi del liquido, ed il formarsi alla sua superficie d'una membranella proligera, da lui con precisa eleganza descritta nello stesso opuscolo *su gli animalucci delle infusioni*. E manco può dirsi che i suoi microscopii non valessero a ravvisare i vibrioni, poichè nell'opuscolo stesso egli pone nettamente la distinzione fra gli infusorii d'ordine superiore (i ciliati) e gli infusorii minori, quali sono appunto i vibrioni ed i bacterj, avvertendo egli che i primi periscono tutti a tamperature molto meno elevate di quella che determina la morte degli altri, ed avendo pur riconosciuto che i ciliati mai non appariscono nelle infusioni chiuse in vasi ermeticamente suggellati ed esposte a temperature prossime a quella della ebollizione. Gli infusorii più piccoli, che egli chiama di ultimo ordine, e da lui riconosciuti negli infusi vegetali bolliti per più che un quarto d'ora in vasi chiusi a fusione di vetro, non potevano essere che vibrioni o bacterii.

Laonde, non volendo appuntare d'errore lo Spallanzani, altro non ci rimaneva, per giustificare la sua asserzione, che ritenere gli infusi suoi troppo scarsi di materie organiche per aversene la produzione di vibrioni con una bollitura mantenuta oltre tre quarti d'ora. Ed in questa supposizione

ci confermavano i molti risultati negativi narratici dal Cavalleri, perchè l' infuso da lui preparato con sole tre o quattro foglie di cavoli, bollite in un litro d' acqua, ben poteva essere più povero di materia organica di quel che fossero le infusioni dello Spallanzani, il quale chiudeva entro un' ampollina con acqua alcune sementi di fagiuoli, di fave ed altri grani. Similmente, le soluzioni zuccherine del Pasteur, preparate con meno di un centesimo (da 2 a 7 millesimi) di materie albuminoidi e minerali date dal lievito di birra, bollite per pochi minuti, e poste poi a contatto o con aria torrefatta, o con aria filtrata dal cotone o da cannelli ricurvi, se non diedero infusorii, ne può esser stato motivo la soverchia diluzione della sostanza organica. Ed anche le poche risultanze negative, ed i risultamenti incerti, avuti da noi nei precedenti saggi, si potevano accagionare a cosiffatta insufficienza nei liquidi.

Ma noi credemmo più sicura cosa il ricorrere ad una diretta sperienza, per riconoscere se anche il liquido più produttivo, da noi ultimamente usato, cessasse d' esserlo, quando fosse diluito ad un certo grado. Quindi preparammo alcuni palloncini contenenti sugo di carne al consueto grado di concentrazione, altri con una diluzione di esso al triplo di acqua, altri con una diluzione al sestuplo, ed altri con dodici parti d' acqua su una di sugo, e tutti li facemmo egualmente bollire per oltre un' ora. Il dì appresso, aperto un palloncino col liquido concentrato, questo si mostra torbido e pieno di vibrioni; anche il brodo diluito al triplo, sebbene perfettamente trasparente e di buon odore, offre nello stesso di rari vibrioni di molta lunghezza. Al secondo giorno la diluzione al sestuplo presenta un leggiero intorbidamento, ed alcuni lunghi vibrioni articolati; mentre la diluzione con dodici parti d' acqua, ancor dopo sei giorni, si mostra limpidissima, senza indizio di vita. Solo al dodicesimo giorno questa offrì una esilissima e discontinua pellicola, con buon numero di bacterii. Si noti altresì che nei liquidi mano mano più diluiti, oltrechè le prime apparizioni di vibrioni sono ritardate e scarse, cessa anche più prestamente la produttività, pur lasciandoli aperti, poichè cessan presto i vibrioni

ed i bacterii, e vi succedono que' granuli oscillanti che sembrano conidii.

Pertanto una soverchia diluzione degli infusi, o meglio la scarsezza delle sostanze organiche contenute ne' liquidi assoggettati a questa sorta di prove, ci sembra la principale cagione dei risultamenti negativi avuti dallo Spallanzani in liquidi bolliti oltre tre quarti d' ora, e certo fu la cagione delle mancate prove del Cavalieri (1), e forse di alcune del Pasteur (2). Ed i risultati negativi da noi avuti anche quest' estate coll' infuso di gelatina, ed i contraddittorii prodotti dell' infuso di fave, dimostrano che taluni liquidi, forse perchè deficienti di alcune delle sostanze costitutive degli organismi animali, risultano ad ogni modo improprii per codesto genere di ricerche. E da qui ancora la ragione delle prove negative avute da altri non pochi sperimentatori che ci precedettero in queste indagini.

Nello svolgimento istorico della questione sulla genesi degli infusorii ci parve siasi data soverchia importanza a riconoscere, se le soluzioni organiche scaldate giustamente a 100° fossero atte ancora a produrre microzoi o microfiti, quasichè codesta temperatura segnasse, a così dire, un punto

(1) Il Padre Cavalleri, nelle molte sue sperienze (*Rendiconti della Classe di scienze matematiche e naturali*, di questo Istituto, dicembre 1865), espone che non ottenne mai vibrioni dalle soluzioni organiche scaldate a 100° entro tubetti suggellati ermeticamente, ed anche da quelle scaldate ad 80° e 90°. Il che ci conferma nel ritenere che fossero oltremodo diluite le varie soluzioni da lui adoperate (pag. 333 e 336), delle quali ei non si curò di precisare le proporzioni costitutive, come sarebbe debito di accurato sperimentatore.

(2) Qui alludiamo alle molte prove fatte dal Pasteur colle suindicate soluzioni zuccherine, e ad altre ch' egli accenna fatte con sugo di bieta rossa, con infuso di pepe e con orina; tutti i quali liquidi, secondo ch'egli dice, bolliti a 100° per soli tre o quattro minuti, non produrrebbero nei palloncini suggellati alcun infusorio, nè alcun microfito, pur dopo qualche mese. Invece lo stesso Pasteur — senza però badare alla circostanza che sopra notiamo — accenna altrove che il latte gli diede vibrioni in pochi dì, benchè bollito a 100°, ed anche a qualche grado più oltre. Ora questa sua sperienza convaliderebbe ciò che qui diciamo, poichè il latte contiene una quantità di materie azotate ben maggiore che non ve ne fosse nelle sovradette soluzioni acquose col lievito di birra.

caratteristico nella scala termometrica; laddove essa puramente risponde ad un grado al tutto convenzionale ed arbitrario, qual è quello del bollire dell' acqua sotto un particolar valore della pressione (millimetri 760). Se un limite di temperatura potevasi presagire in queste ricerche, tal era quello per cui le sostanze albuminoidi si coagolano; ma questa è una temperatura assai più bassa della predetta, ed al di là di essa già molti casi eransi avuti di sviluppo d' infusorii. In relazione a ciò, noi pensammo che se anche coi 100° non si impediva la produzione dei vibrioni, doveansi tentare temperature mano a mano superiori, per conoscere qual fosse il limite delle produttività, e se questo fosse eguale per ogni soluzione.

E poichè il sugo di carne si mostrò produttivo di microzoi ancor dietro una lunga bollitura lo abbiamo trascelto anche per quest' altra indagine. Già nello scorso anno ci eravamo assicurati che l' infuso di fave perdeva ogni produttività alla temperatura di 115°. Incominciammo adunque le prove a 105°, collocando i soliti palloncini entro una pentola papiniana, sulla valvola della quale si proporzionava in ogni caso la pressione, con riguardo anche al valore della pressione atmosferica attuale, affinchè la loro somma eguagliasse la tensione massima del vapore per ciascheduna delle predette temperature (1). Di cinque capaci palloncini assoggettati a 105, aperto uno il secondo giorno, presentò non pochi vibrioni lunghi ed a vari articoli, e tutti poi al terzo giorno offrirono il liquido alquanto torbido, ed una distinta membrana superficiale, la quale andò aumentando di grossezza nei due giorni successivi, talchè in essi, sebben chiusi, appariva egualmente ricca che in quello aperto il secondo giorno.

Preparato poi un infuso di carne più concentrato del sovradetto, cioè a parti eguali di acqua e di buon muscolo di manzo, ne introducemmo in sei palloncini, dei quali quat-

(1) Le temperature così calcolate col mezzo della pressione, venivano riscontrate colle indicazioni di un termometro, il cui serbatoio sta in un robusto tubo metallico, che s' addentra nel cavo della pentola.

tro grandi e due piccoli, e portammo tutti per 15' a 108°. Uno dei più capaci venne aperto, rompendone la punta suggellata, subito dopo averli cavati dalla pentola. Questo il dì successivo mostrò alcuni vibrioni a lunghi articoli; dopo due giorni i tre palloncini più capaci offrivan tutti il liquido torbido ed un' incipiente membranella, la quale col terzo giorno crebbe di tanto, da apparire più ricca di quella del simile palloncino aperto di subito. Intanto i due palloncini meno capaci offrivano un liquido quasi limpido, e nessun indizio di pellicola: tuttavia, aperto uno di essi, quello che sembrava leggermente torbido, ed esaminatone il liquido, diede non pochi vibrioni assai vivaci. Osservato poi nel dì susseguente anche l' altro palloncino piccolo, presentò esso pure vibrioni in iscarso numero, sebbene il liquido apparisse ancor trasparente.

Risulta adunque fuori di dubbio che un liquido, convenientemente saturo di materia organica, benchè venga mantenuto per un' ora a 100°, o per quindici minuti a temperature superiori, comprese fra 100° e 108°, entro palloncini suggellati a fusione di vetro, può ancora produrre, dopo quarantotto ore, ed in un ambiente a 25°, tal copia di vibrioni, da intorbidare tutto il liquido, e da ingenerare alla sua superficie una distinta membrana proligera, qualora l' aria rinchiusavi, assoggettata allo stesso scaldaldamento, abbia un volume più che dieci volte maggiore di quello del liquido (1).

Ma ancor dopo questo fatto, dimostrato con un processo oltremodo semplice (2), sorge la questione, se esso deponga

(1) Un' altra cagione delle mancate prove del Cavalleri sta forse nell' avere egli operato, nei più dei casi, in tubi cilindrici, per modo che, in relazione al volume dell' aria e del liquido rinchiusovi, riesciva assai più limitata che nei nostri palloncini la superficie di mutuo contatto de' due fluidi.

(2) Il processo dello Spallanzani da noi seguito, di chiudere i palloncini a fusione di vetro, innanzi di esporre ad alte temperature e l' aria ed il liquido rinchiusovi insieme, è assai più semplice, e pare a noi che debba lasciare minori dubbi sull' introduzione di germi esterni, che non il processo, usato dal Pasteur, di bollire il liquido nel pallone col collo comunicante con un tubo adduttore dell' aria infuocata, il qual collo si fonde poi, quando il liquido è raffreddato.

a favore delle eterogenia, o se invece gli omogenisti possano subordinarlo alle loro dottrine. Ad un primo aspetto, sembra che la questione rimanga ancora nel primo stato d' indecisione. Poichè gli eterogenisti diranno che alla temperatura di 110° cessano per quelle soluzioni organiche le condizioni del ricomporsi in forme organizzate; mentre i partigiani della omogenia diranno che solo a quella temperatura vengono estinti i germi dei vibrioni provenienti dall' aria.

Rimane però ancor dubbia l' asserzione, che i germi dei vibrioni possano reggere nell' acqua bollente, senza perire (1); dacchè lo Spallanzani osservava che nessun uovo animale resse, scaldandolo nell' acqua, a temperature superiori a 65°, (le uova del baco da seta e del bruco dell' olmo perirono a 56°, e quelle dei mosconi a 60°). Certo è poi che i bacterii ed i vibrioni muoiono, tenendoli per oltre 15' a 100°. Il che abbiam voluto esperimentare pur quest' anno, allo scopo anche di vedere se, a parità di condizioni nel resto, un liquido già produttivo, in cui i germi dovrebbero essere in maggior numero che in un liquido appena preparato — qualora questi animali si riproducessero per germi — presentasse poi un più pronto e copioso sviluppo di vibrioni.

Una porzione di brodo concentrato al solito, il quale, essendo stato esposto un intero giorno all' aria libera in un bicchiere, era torbido e zeppo di vibrioni, venne chiuso in quattro palloncini, e bollito poi a 100° per mezz'ora. Apertone uno tosto dopo, scorgevansi i cadaveri dei vibrioni, in parte disgregati, e solo dotati di un esteso moto oscillatorio browniano; ma nessuna forma vivente. Il dì appresso il liquido si era reso trasparente nella sua parte superiore, depositando sul fondo i cadaveri dei preesistenti microzoi. Aperto uno dei palloncini, ed osservatone il liquido, fra i molti

(1) Pasteur provò soltanto che le spore delle torule e mucedinee, ed i germi animali diffusi nell' atmosfera, scaldandoli nell' *aria secca*, perdono la facoltà produttrice verso i 125°. Ma egli stesso asserisce che quelle spore vegetali si estinguono scaldandole, anche solo per pochi minuti, nell' *acqua bollente* a 100°. E ancor noi diremo qui innanzi di alcune sperienze nelle quali le spore d' una muffa non mostrarono la facoltà germinativa dietro la ebollizione nell' acqua.

frammenti immobili dei morti vibrioni, si notavano alcuni lunghi vibrioni, perfettamente mobili. Ma il loro numero era sì scarso, che certo non eccedeva quello dei microzoi di simil forma, che primi appariscono nel brodo fresco, egualmente bollito. Parmi adunque che codesta esperienza non conforti troppo la dottrina dei germi; benchè non sia decisiva contro di essa.

Ma più concludente sembrò a noi il tentare se, per avventura, liquidi differenti, quanto alla sostanza organica adoperata per prepararli, ma egualmente atti a dar vibrioni entro palloni bolliti, presentassero un diverso limite di produttività alle temperature superiori. Un decotto preparato con parti eguali in peso di acqua e di zucca gialla a polpa consistente, decantato, chiuso nei soliti palloncini, e bollito per circa mezz' ora, ci diede il dì successivo vibrioni, che per numero e per forma erano affatto somiglianti a quelli avuti in egual tempo col sugo di carne. Ed ecco un altro liquido che regge alla bollitura, senza perdere la produttività dei microzoi (1). Perciò con esso preparammo alcuni palloncini, che vennero portati a 108° entro pentola papiniana; nel mentre altri col sugo di carne, pure a parti eguali di acqua

(1) Con questo decotto di zucca abbiam pur fatte le seguenti prove. Seminandovi alcune spore date dalla zucca stessa fatta ammuffire, e lasciandolo poi esposto all' aria, dopo un dì, esse vi attecchiscono, producendo un ricco micelio, e tale è il loro sviluppo, che impediscono quello dei vibrioni e bacteri, i quali vi appaiono solo in forma di bacilli immobili, o piuttosto dotati puramente del moto browniano. Ora, chiudendo in tre palloni codesto infuso di fresco preparato e seminato di spore, indi suggellatili al solito modo e fattili bollire per altra mezz' ora in una pentola a 100°, si osservò che le spore eran tutte precipitate al fondo del liquido, il quale si mantenne abbastanza trasparente al dì successivo. Ed aperto poi uno dei palloncini nel secondo giorno, vi si scorgevano numerosi e vivacissimi vibrioni, di mezzana e di grande dimensione; le poche spore nuotanti non avevano germinato, nè prodotto micelio visibile, ed il liquido era leggermente acidulo; laddove il sovradetto colle spore non bollite e fruttificanti, era fortemente acido. Quindi nello stesso decotto il germinar delle spore contraria lo sviluppo dei microzoi; e se quelle sono estinte dalla bollitura, i vibrioni compaiono nel liquido bollito entro palloni chiusi, come sarebber comparsi pei primi nello stesso decotto lasciato all' aria libera, ma non seminato di spore.

e di muscolo, furono scaldati a 110°, e mantenutivi egualmente per 15 minuti.

Noi ci attendevamo di veder cessata in questi ultimi ogni vita, e dubitavamo che anco negli altri non avessero più a prodursi gli infusorii. Invece al mattino del secondo giorno, tutti i palloni con decotto di zucca a 108°, offrivano un liquido assai torbido, ed apertone uno, il vedemmo pieno di vibrioni di mezzana e piccola forma, i quali indicavano che già prima in esso fosser comparsi i vibrioni più grandi. Dei quattro palloni col sugo animale scaldato a 110°, due (i più capaci) mostravano un liquido abbastanza torbido, da accennare una vita inoltrata, meno però che nell' infuso vegetale. Ed infatti, apertone uno, presentava in buon numero vibrioni di mezzana dimensione ed alcuni grandi: negli altri due palloni il liquido appariva ancor trasparente. Tuttavia aperto quello di essi che sembrava il meno limpido, vi scorgemmo vibrioni in più scarso numero, ma assai lunghi. E tutti poi questi palloni, ancor quelli rimasti chiusi, presentarono nel dì successivo una distinta e consistente membrana (1).

Laonde, con un brodo ancor più ricco del sovradetto di materia organica, e con palloni di maggiore capacità, risulta essere superiore anche a 110° quel límite di temperatura, che le precedenti prove ci facevano credere raggiunto. E vediamo qui un altro liquido, il quale, benchè di natura vegetale, produce in gran copia i vibrioni pur bollito a 108° (2).

(1) Egli è evidente che se in questi palloncini, ancorchè chiusi, svilupparonsi i vibrioni in buon numero, questi sarebbersi non meno sviluppati se, ancor dopo averli bolliti, vi si fosse lasciato entrare l' aria esterna, filtrandola attraverso il cotone, oppure lunghesso il loro collo, reso sottile e sinuoso. Codesti artificii, adoperati dal Pasteur per confermare che i germi sono nell' aria, hanno un valore relativo alla diversa temperatura limite di produttività degli infusi, a norma probabilmente del diverso grado di loro concentrazione.

(2) Sebbene le temperature, calcolate mercè la pressione su la valvola della pentola, fossero controllate dal termometro, ad abbondanza, abbiam voluto ripetere questa prova, facendo scaldare e mantenere per 15′ a 108° tre palloni collo stesso decotto entro un bagno ad olio, nel quale, col re-

Abbiamo ultimamente trovato che, scaldando a 115° tanto il sugo di carne, quanto il decotto di zucca nelle predette proporzioni, ancor dopo quattro giorni, non presentavano alcun indizio di infusorii, e serbavano la loro prima trasparenza. Lo stesso risultato negativo ebbimo con altri palloncini scaldati a 112.

Pertanto il ricercato limite — almeno nelle condizioni delle nostre sperienze — sembra dover essere compreso tra 110° e 112°.

Ma in quest'ultime prove, non avendo potuto usare palloncini di maggiore capacità (1) e la temperatura dell'ambiente essendo scesa fra 18° e 22°, ci riserviamo di fare ulteriori prove, delle quali sarà mio debito il riferirvi a suo tempo, i risultati.

Intanto io non posso lasciar di notare che la questione, nel mentre ha progredito nel senso di mostrare insussistente quel termine fatale dei 100° che emergeva dalle sperienze di Spallanzani, di Milne-Edward e di Cavalleri, si è anche fatta più complessa, riconoscendosi la necessità di esaurire dapprima le seguenti ricerche sperimentali:

golare opportunamente la fonte di calore, e con un agitatore interno, si ottenne di serbare quasi costante per alcun tempo la detta temperatura. Ed anche in uno di questi, aperto al terzo giorno (poichè la temperatura dell'ambiente era scesa tra 21°.5 e 24°), si trovarono numerosi vibrioni, di mezzane e grandi dimensioni. Però nell'altro palloncino, il più piccolo, aperto il dì appresso, non si rinvenne alcun indizio di infusorii, fors'anco perchè, toccando esso il fondo del vaso, risentì una più alta temperatura.

(1) L'influenza della quantità relativa dell'aria, colla quale è in contatto il liquido, su lo svolgimento degli infusorii, l'abbiamo riconosciuta più esplicita nei liquidi non bolliti, chiudendo volumi eguali di brodo concentrato in una serie di palloncini di crescente capacità, con aria pura, non iscaldata, e lasciandoveli chiusi per più giorni. Dalla ricchezza della pellicola, dall'intorbidamento e consecutivo imbrunimento del liquido, e dalla reazione di questo, si potè riconoscere, in modo chiarissimo, che, con uno stesso liquido, ed a pari condizioni nel resto, a misura che cresce la quantità d'aria in contatto, la produzione dei vibrioni si fa mano mano più pronta, e le generazioni loro si succedono più rapide e più numerose, passando dai vibrioni grandi ai mezzani, ai bacterii ed alle minutissime specie, e quindi poi succedendovi la produzione delle spore, che rende bruno ed alcalino il liquido in un numero di giorni mano mano minore.

Se la temperatura limite per la produzione dei vibrioni sia la stessa per liquidi preparati piuttosto cogli albuminoidi animali che cogli albuminoidi vegetali;

Se questa temperatura varii per uno stesso infuso col mutare del grado di diluzione della sostanza organica;

E infine, se codesto limite possa mutare per una stessa soluzione, col variare la quantità relativa d'aria rinchiusa nel pallone, e più col variare la superficie di mutuo contatto tra il liquido ed il fluido aeriforme.

Le esperienze sovra riportate non risolvono in modo definitivo nessuno di codesti tre punti. Però esse lasciano creder probabile che, quanto al secondo ed al terzo punto, si possa avere una soluzione affermativa, ossia che risulti variabile la temperatura limite per lo sviluppo dei vibrioni, col mutare le condizioni di diluzione e di aereazione della stessa sostanza organica. Se così fosse, parmi che sorgerebbe una grave difficoltà per la dottrina dei germi, secondo lo spirito della quale, determinato e costante esser dovrebbe in ogni caso il grado di temperatura valevole a spegnere i germi stessi contenuti negli infusi.

RICERCHE CHIMICHE SU' FRUTTI DI UNA VARIETÀ DI FICO D' INDIA;

NOTA DI S. DE LUCA E G. UBALDINI.

Questa varietà di fico d' India (*Opuntia pseudo-Tuna*) vegeta nell' Orto Botanico di Napoli, all' aria libera, e senza veruna coltura speciale. Si distingue dal fico d' India ordinario perchè porta frutti più piccoli con polpa intensamente colorata in rosso-amaranto; 15 di essi frutti del peso complessivo di 460 grammi hanno fornito 230 grammi di succo mucillaginoso, cioè la metà. Il frutto oltre di essere esternamente di color rosso-vinoso, è consistente e polposo, fornisce colla semplice espressione un succo di un color rosso molto più intenso di quello che presenta l' esterno o la polpa del frutto stesso. Questo succo è denso; e, travasato da un recipiente ad un altro o versato sopra un filtro, cola a filo e tutto unito a guisa dell'albume d' uovo. Filtra con lentezza e passa un liquido chiaro color rosso rubino che presenta i seguenti caratteri:

1. Non si coagula col riscaldamento, ma s' intorbida coll' addizione dell' àlcoole depositando una sostanza mucillaginosa.
2. Acquista un colorito rosso-ametista cogli alcali che in eccesso lo fanno vergere al vinoso e al giallo-ruggine.
3. Si scolora lentamente coll' acido solforoso ed istantaneamente col cloro.
4. Riduce energicamente la soluzione di tartrato cupro-potassico.
5. Fatto bollire col carbonato di calce fa effervescenza e perde l' acidità.

6. S' intorbida coll' ossalato di ammoniaca in presenza di un eccesso di alcali volatile.

7. Dà un precipitato color fragola coll' acetato di piombo. La lacca che così si ottiene trattata con acido cloridrico e poi con alcoole ed etere, cede al miscuglio etereo-alcoolico la materia colorante.

8. Il precipitato piombico colorato in rosso fragola decomposto con idrogeno solforato fornisce un liquido acidissimo incoloro, che si colora o prende un colorito durante la concentrazione pel contatto coll'aria. Il residuo estrattivo ripreso con acqua, e la soluzione neutralizzata per metà coll' ammoniaca non ha fornito alcuna specie di cristalli, ciò che indica l' assenza d' acido malico.

La sostanza mucillaginosa raccolta su di un filtro, si è introdotta in una provetta con alcoole ed un poco di acqua di cloro: tosto si è separata una sostanza a nastri incolora che lavata a più riprese con l' alcoole, si è conservata in un recipiente in presenza dell' etere.

Disseccata è una sostanza bruna friabile, pseudo-solubile nell' acqua. Fatta bollire con acido solforico diluito vi si scioglie in parte, e la soluzione riduce il liquore di tartrato cupro-potassico.

L'acido cloridrico vi esporta la calce, a cui sta combinata la mucillagine, dappoichè la soluzione cloridrica precipita dopo neutralizzazione coll' ossalato ammonico.

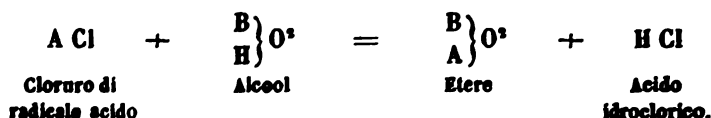
Trattata infine coll'acido nitrico si trasforma in varii prodotti fra' quali l'acido ossalico e l'acido mucico, il qual ultimo si colora in violetto coll'acido solforico concentrato.

Un'altra varietà di fico d' India (*Opuntia Dillenii*), che vegeta nello stesso Orto Botanico di Napoli, porta frutti più piccoli della varietà esaminata, ed essi sono a forma di cornetto allungato e contengono un succo intensamente rosso. La materia colorante di questi frutti, la loro sostanza mucillaginosa, e l'acido libero in essi contenuto, meritano uno studio particolare, che sarà fatto su i frutti che ora sono in via di sviluppo, ed i cui risultati saranno ulteriormente comunicati.

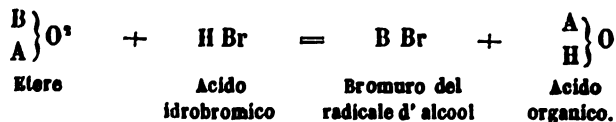
AZIONE DEGLI IDRACIDI SOPRA GLI ETERI; PER H. GAL (1).

(Estratto di G. PACINOTTI).

È noto che quando si fa reagire un cloruro di un radicale d'acido organico sopra un alcool, si ottiene l'etere corrispondente, e si ha sviluppo d'acido idroclorico. E ciò secondo la formula:

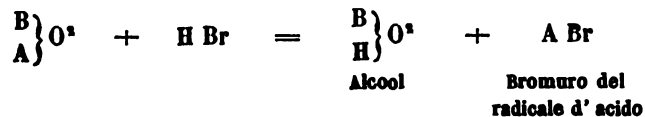
$$\underset{\text{Cloruro di radicale acido}}{A\,Cl} + \underset{\text{Alcool}}{\left.\begin{matrix}B\\H\end{matrix}\right\}O^2} = \underset{\text{Etere}}{\left.\begin{matrix}B\\A\end{matrix}\right\}O^2} + \underset{\text{Acido idroclorico.}}{H\,Cl}$$

L'Autore ha cercato di realizzare una reazione inversa, cioè facendo agire un idracido su di un etere, ha visto che potevasi ottenere uno sdoppiamento. L'idracido che esso ha impiegato è l'acido idrobromico. Giacchè l'acido idroclorico e idroiodico non gli hanno dati resultati abbastanza netti.

Tale sdoppiamento avveniva secondo la formula:

$$\underset{\text{Etere}}{\left.\begin{matrix}B\\A\end{matrix}\right\}O^2} + \underset{\text{Acido idrobromico}}{H\,Br} = \underset{\text{Bromuro del radicale d' alcool}}{B\,Br} + \underset{\text{Acido organico.}}{\left.\begin{matrix}A\\H\end{matrix}\right\}O}$$

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4. serie t. X. (Janvier 1867).

e evidentemente se vi era sdoppiamento, questo non poteva essere secondo la formula:

$$\left.\begin{matrix}B\\A\end{matrix}\right\}O^2 + H\,Br = \left.\begin{matrix}B\\H\end{matrix}\right\}O^2 + A\,Br$$

Alcool — Bromuro del radicale d' acido

perchè in questo caso il bromuro di radicale acido avrebbe reagito sull' alcool per dare di nuovo dell' etere e dell' acido idrobromico.

Azione dell' acido bromidrico sugli eteri formati con gli acidi della serie dei corpi grassi, $C^{2m}\,H^{2m}\,O^4$.

Gli eteri studiati sono:

Formiato, Acetato, Butirrato, Enantilato } di metile

Formiato, Butirrato, Enantilato, Pelarganato } di etile .

Il processo impiegato è il seguente:

In un tubo chiuso ad una delle sue estremità s' introduce l' etere da studiarsi, quindi saturatolo con acido bromidrico puro e secco si chiude alla lampada l' estremità aperta del tubo, poi si scalda a bagno maria durante un tempo assai lungo. Rompendo poi la punta e scaldando, da prima distilla un liquido che l' analisi dimostra essere bromuro del radicale d' alcool, e poi, quando questo è esaurito e la temperatura è montata sufficentemente, distilla l' acido corrispondente all' etere impiegato.

Azione dell' acido bromidrico sugli eteri della serie degli acidi aromatici $C^{2m}H^{2m-8}O^4$.

L' Autore ha studiato l'azione di quest' idracido sui benzoati di etile e di metile. Saturando questi eteri con l'acido bromidrico e poi riscaldando i tubi nei quali erano chiusi a bagno maria, dopo un poco di tempo tutta la massa si è rappresa in cristalli e i tubi aperti e scaldati convenientemente hanno dato per distillazione, secondo gli eteri adoperati, liquidi che l' analisi ha mostrato essere bromuro di etile o di metile. Quanto poi ai cristalli rimasti, lavati con acqua a caldo per togliere le traccie di benzoati non attaccati, l' analisi ha provato essere acido benzoico.

Azione dell' acido bromidrico sugli eteri formati con gli acidi della serie ossalica $C^{2m}H^{2m-2}O^8$.

Gli eteri sottomessi alla esperienza, sono l' ossalato di etile e gli eteri succinico e subenico dell' alcool metilico. Trattati nella medesima maniera che gli eteri benzoici, questi composti non tardano a sdoppiarsi nell' acido e nel bromuro d' etile e di metile. La separazione dei due composti formati non è difficile; si tolgono gli eteri bromidrici per distillazione a bagno maria, e si possono purificare gli acidi con una cristallizzazione nell' acqua a caldo.

Azione dell' acido bromidrico sugli eteri formati con gli acidi appartenenti alla serie dell' acido carbonico.

Se si scaldano a bagno maria dei tubi chiusi alla lampada, contenenti carbonato d' etile saturato di acido bromidrico, il liquido si divide in due strati. Troncando allora la punta affilata, dopo avervi adattato per mezzo di un cautchouc un tubo a sviluppo, può raccogliersi del gaz acido carbonico. Il liquido poi superiore non è altro che una soluzione nell'acqua dell' acido bromidrico adoperato in eccesso, e quello inferiore è il bromuro d' etile.

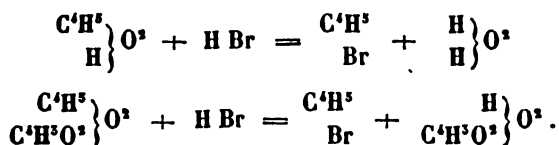
Azione dell' acido bromidrico sull' etere azotico.

« Quando facciamo passare in questo composto una corrente di gaz bromidrico, il liquido si scalda e si colora in rosso scuro. Questo cangiamento di colore è dovuto alla formazione di acido azotico monidrato, che dà nascenza a vapori di acido ipoazotico. Distillando a bagno maria il prodotto della reazione dopo averlo trattato con acqua e seccato sul cloruro di calce, può costatarsi la formazione di una certa quantità di etere bromidrico ».

Azione degli idracidi sopra gli alcooli.

È noto che gli idracidi determinano sugli alcooli degli sdoppiamenti simili a quelli che abbiamo visto prodursi sugli eteri composti. Così le due formule seguenti sono parallele.

$$\left.\begin{matrix} C^4H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O^2 + H\,Br = \begin{matrix} C^4H^5 \\ Br \end{matrix} + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O^2$$

$$\left.\begin{matrix} C^4H^5 \\ C^4H^3O^2 \end{matrix}\right\} O^2 + H\,Br = \begin{matrix} C^4H^5 \\ Br \end{matrix} + \left.\begin{matrix} H \\ C^4H^3O^2 \end{matrix}\right\} O^2.$$

Azione degli idracidi sugli eteri a due radicali d' alcool.

Si sa che quando facciamo agire l' acido idrobromico sull' etere ordinario, si ottiene acqua e bromuro d' etile; se però l' acido idrobromico non è in eccesso può facilmente costatarsi la presenza dell' alcool. Dunque bisogna ammettere che da prima si formi l' alcool e il bromuro d' etile, e che poi l' acido idrobromico reagisca anche sull' alcool per dare come abbiamo visto acqua e altro bromuro d' etile. Questa reazione può rappresentarsi così :

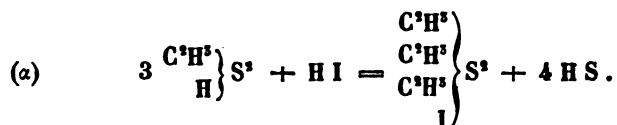
$$\left.\begin{matrix} C^4H^5 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} O^2 + 2 \begin{matrix} H \\ Br \end{matrix} = \begin{matrix} C^4H^5 \\ Br \end{matrix} + \left.\begin{matrix} C^4H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O^2 + \begin{matrix} H \\ Br \end{matrix} = 2 \begin{matrix} C^4H^5 \\ Br \end{matrix} + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O^2.$$

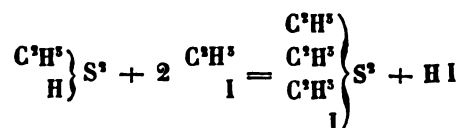
Gli acidi idroiodico e idroclorico agiscono similmente.

Azione degli idracidi sugli eteri solfidrici e su le mercaptane.

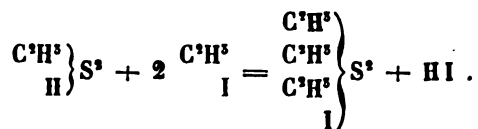
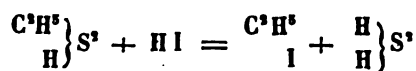
Questo capitolo il sig. Gal dice esser redatto sulle esperienze del sig. Cahours.

Fatto reagire l' acido idroiodico sulla mercaptana etilica si ha:

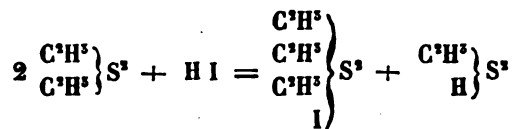
$$(\alpha) \qquad 3 \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} S^2 + HI = \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \\ C^2H^5 \\ I \end{matrix}\right\} S^2 + 4 HS.$$

Sembrerebbe che le mercaptane si conducessero diversamente degli alcooli sotto l' influenza dell' acido idroiodico. Ma siccome il Cahours ha visto che riscaldando a 100°, in tubi chiusi il solfidrato di solfuro metilico con l' ioduro di metile si ha la seguente reazione:

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} S^2 + 2 \begin{matrix} C^2H^5 \\ I \end{matrix} = \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^3 \\ C^2H^3 \\ I \end{matrix}\right\} S^2 + HI$$

questa reazione serve a ristabilire l' analogia dell' azione degli idracidi sulle mercaptane e sugli alcooli. Perchè si potrebbe intendere il risultato finale (α) come dalle due successive reazioni:

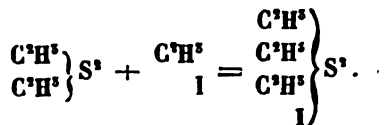
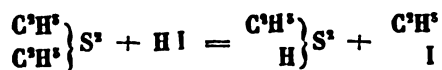
$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} S^2 + HI = \begin{matrix} C^2H^5 \\ I \end{matrix} + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} S^2$$

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} S^2 + 2 \begin{matrix} C^2H^5 \\ I \end{matrix} = \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \\ C^2H^5 \\ I \end{matrix}\right\} S^2 + HI.$$

L' acido idroiodico agendo sulla mercaptana etilica dà i medesimi risultati.

Fatto agire l'acido idrobromico sugli eteri solfidrici, per esempio su quello etilico, si ha:

$$2\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}S^2 + HI = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\\I\end{matrix}\right\}S^2 + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}S^2$$

ma ancora in questo caso l'analogia con gli eteri ordinari si ristabilisce avendo riguardo all'azione dell'ioduro di metile sull'etere solfidrico non decomposto. E le due fasi della reazione possono rappresentarsi con

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}S^2 + HI = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}S^2 + \begin{matrix}C^2H^5\\I\end{matrix}$$

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}S^2 + \begin{matrix}C^2H^5\\I\end{matrix} = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\\C^2H^5\\I\end{matrix}\right\}S^2.$$

L'etere solfidrico etilico dà reazioni del tutto analoghe a quelle dell'etere solfidrico metilico.

Azione dell'acido cloridrico e bromidrico sull'etere cianico.

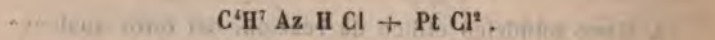
Posto in una storta dell'etere cianico C^4H^5O, C^2AzO perfettamente secco, e fattovi gorgogliare dell'acido cloridrico secco, la temperatura si eleva fino a che il gaz non è più assorbito. Se allora si distilla il contenuto della storta, esso passa per la più gran parte fra le temperature di 105° e 115°, e durante questa distillazione il liquido prova un principio di decomposizione, e resta nella storta un leggero residuo carbonioso. Ridistillando questo liquido, e prendendo la parte che bolle fra 108° e 112°, il sig. Gal ha potuto costatare con l'analisi, che essa non è che la pura e semplice combinazione dell'etere cianico con l'acido idroclorico C^4H^5O, C^2AzO, HCl. Questo composto è liquido alla tem-

peratura ordinaria, incoloro, di un odore piccante, fuma leggermente all' aria, in contatto con un' atmosfera carica di vapor d' acqua, essa non tarda a rapprendersi in una massa cristallina intieramente bianca.

« Quando mettesi in un piccolo tubo, chiuso a una delle sue estremità, una certa quantità di questo liquido e vi si versano poche goccie d' acqua, esse stanno a galla da prima, e non vi è reazione; ma ben tosto si vedono formare delle bolle gassose alla superficie di separazione dei due liquidi; la temperatura si eleva allora con rapidità, e nel medesimo tempo lo sviluppo di gaz aumenta considerevolmente; quando è messa poca acqua il contenuto dei tubi si rapprende con il raffreddamento in una massa cristallina.

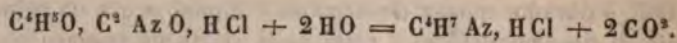
« Trattata con l' acqua questa materia solida si discioglie con facilità e dà, con il bicloruro di platino, nascenza ad un precipitato giallo abbondante. Questa polvere si discioglie nell' acqua bollente e se ne precipita per il raffreddamento in bei cristalli che non sono altro che cloruro doppio di platino e di etiliaco ».

L' analisi avendoli assegnata la formula:

$$C^4H^7\,Az\,H\,Cl + Pt\,Cl^2.$$

« Il composto solido che si forma in queste condizioni è dunque del cloridrato d' etiliaco.

« Quanto al gaz che si sviluppa può raccogliersene una piccola provetta, e verificare che essa presenta tutti i caratteri dell' acido carbonico.

« La formula seguente può servire a rendere conto di questa reazione »

$$C^4H^5O,\ C^2\,Az\,O,\ H\,Cl + 2\,HO = C^4H^7\,Az,\ H\,Cl + 2\,CO^2.$$

L' acido bromidrico si comporta con l' etere cianico in una maniera del tutto identica.

« Questi composti, fa osservare molto giustamente il sig. Gal, presentano, una grande analogia con la combinazione

dell'acido cloridrico con l'acido cianico. La loro composizione, e le loro proprietà sono analoghe.

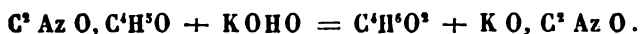
« Per l'azione dell'acqua sul cloridrato d'etere cianico, si ottiene del cloridrato d'etiliaco e dell'acido carbonico; sotto l'influenza del medesimo agente il cloridrato di acido cianico dà del cloruro d'ammonio e del gaz carbonico.

« Introdotti in tubi chiusi e scaldati a bagno maria, alla temperatura di 100°, il cloridrato e il bromidrato d'etere cianico non tardano a decomporsi completamente. Rompendo la punta affilata del tubo, si osserva uno sviluppo considerevole d'acido cloridrico, o d'acido bromidrico, e resta nel tubo un corpo cristallizzato che può purificarsi disciogliendolo nell'alcool bollente. Questo corpo non è altro che etere cianurico, come lo prova la sua analisi.

« La decomposizione per l'azione del calore sopra questi composti è dunque interamente simile a quella che il medesimo agente determina nella combinazione d'acido cloridrico e d'acido cianico; in fatti sotto l'influenza di una temperatura poco elevata, questo composto è distrutto, si sviluppa acido cloridico, e metà acido cianurico ».

Azione degli idracidi sull'etere cianico, ottenuto dal sig. Cloëz facendo reagire il cloruro di cianogeno sull'etilato di soda.

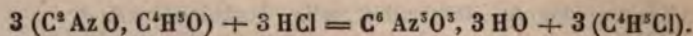
Mentre facendo agire la potassa caustica sull'etere cianico Wurtz ha ottenute delle ammoniache composte. Cloëz invece facendo agire la potassa caustica sovra il suo etere che è isomero con quello di Wurtz ha ottenuto dell'alcool e del cianato di potassa

$$C^2 Az O, C^4H^5O + KOHO = C^4H^6O^2 + K O, C^2 Az O.$$

Il cianato di potassa però non tarda a trasformarsi in cianurato, per modo che è quest'ultimo prodotto che si ottiene.

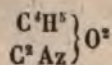
« Gal facendo agire una corrente d'acido idroclorico secco sull'etere cianico di Cloëz ha visto che il gaz è as-

sorbito e il liquido diviene vischioso. Questa soluzione abbandonata a se stessa in un vaso chiuso si rapprende da un giorno all' altro in una massa solida. Scaldato a bagno maria, il prodotto della reazione sviluppa un gaz, che si può raccogliere sull' acqua; questo gaz dopo essere stato lavato in una soluzione diluita di potassa, possiede un odore etereo brucia con fiamma verdastra, e può essere condensato per mezzo di una mescolanza refrigerante di ghiaccio e sal marino. Questo composto non è altro che cloruro d' etile. La distillazione terminata, si riprende con l' acido azotico bollente il residuo dell' operazione. Questo corpo vien disciolto e precipitato ben presto sotto forma di piccoli grani cristallini. Questo composto lavato all' acqua fredda e analizzato è risultato essere acido cianurico.

« La formula seguente rende perfettamente conto della reazione :

$$3\,(C^2\,Az\,O,\ C^4H^5O) + 3\,HCl = C^6\,Az^3O^3,\ 3\,HO + 3\,(C^4H^5Cl).$$

L' acido bromidrico dà risultati del tutto analoghi.

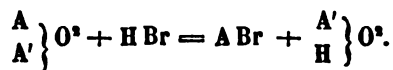
« L' etere cianico è dunque, dice Gal, fra tutti gli eteri che io ho studiato il solo che sotto l' azione degli idracidi si comporti in una maniera singolare; ma vedesi che accanto all' etere di Wurtz esiste il composto ottenuto da Cloëz, e che quest' ultima sostanza trattata con gli idracidi dà dei risultati del tutto comparabili a quelli dati dagli altri eteri. Sarebbe dunque il prodotto ottenuto dall' azione del cloruro di cianogeno sull' etilato di soda che bisognerebbe chiamare *etere cianico;* la sua formula dovrebbe scriversi:

$$\left.\begin{matrix} C^4H^5 \\ C^2Az \end{matrix}\right\} O^2$$

« Quanto alla sostanza proveniente dalla reazione del solfovinato col cianato di potassa, le proprietà che essa possiede tendono a farla derivare piuttosto dall' ammoniaca. In questa

ipotesi, la sua composizione deve essere, come è digià stato proposto, rappresentata con la formula:

$$Az \left\{ \begin{matrix} C^2O^2 \\ C^4H^5 \end{matrix} \right. .$$

« Se si ammette ciò che precede, e se si considera l'etere di Cloëz come il vero etere cianico vediamo che nessuno degli eteri si sottrae alla regola generale di decomposizione che io ho indicato. Si può dunque dire che tutti i corpi neutri derivati dall'acqua si decompongono in una maniera costante sotto l'azione dell'acido bromidrico, dando luogo ad una reazione di cui la formula generale sarebbe la seguente :

$$\left. \begin{matrix} A \\ A' \end{matrix} \right\} O^2 + HBr = ABr + \left. \begin{matrix} A' \\ H \end{matrix} \right\} O^2.$$

« In questa formula A e A' designano un aggruppamento qualsivoglia e anche l' idrogeno stesso.

« Si può dare ancora più generalità a questa legge osservando l'azione che gli idracidi esercitano sopra le basi. La reazione fornita da questi composti entra evidentemente nella regola generale, che io ho cercato di stabilire. Tra le sostanze derivate dall'acqua gli acidi soli fanno dunque eccezione a questa legge ».

SOPRA UN CASO NOTEVOLE DI DIMORFISMO; MEMORIA DEL PROF. A. SCACCHI, LETTA NELL'ADUNANZA DEL DÌ 8 DICEMBRE 1866 DELL'ACCADEMIA R. DI NAPOLI.

(Sunto fatto dall'Autore)

Nella prima adunanza dello scorso mese di Marzo avendo esposto all'Accademia i risultamenti delle prime mie ricerche sulle combinazioni della litina con gli acidi tartarici, fra le differenti specie allora descritte ho fatto parola di tre paratartrati neutri l'uno dall'altro diverso per la proporzione dell'acqua, essendo il primo del tutto anidro, l'altro con due ed il terzo con tre proporzionali di acqua. La specie anidra si era ottenuta d'ordinario a temperatura poco maggiore di 40°, la seconda con due proporzionali di acqua da circa 15 gradi a 40, e l'ultima a temperature più basse.

Lo studio assiduo dei sali di litina con gli acidi tartarici l'ho cominciato verso la metà di Dicembre del passato anno, e l'ho continuato senza interruzione insino ad ora; dappoichè, siccome ho dichiarato in Marzo a questo Consesso, altre specie di cristalli, allora non descritti, mi era avvenuto osservare, e dei quali non aveva ottenuto quantità sufficiente per determinare la loro chimica composizione. Le difficoltà incontrate nel riprodurre questi cristalli mi han dato occasione, prolungando il tempo delle mie indagini, di scovrire il fatto sul quale versa la presente memoria.

Dal mese di Dicembre intanto dell' anno decorso, ho di continuo avuto nel mio laboratorio le soluzioni di paratartrato neutro di litina più o meno pure, e non di raro, secondo lo scopo dell' esperienza, espressamente mescolate con piccole quantità di sostanze straniere. E tranne l' aver ottenuto i cristallini della specie anidra mescolati a quelli della specie con due proporzionali di acqua anche alle basse temperature di circa 25°, sino alla metà del passato mese di Settembre ho sempre avuto le due specie con due o tre proporzionali di acqua nelle riferite condizioni di temperatura. I cristalli della specie con due proporzionali di acqua che sono stati i più facili a prodursi e i più importanti, si riferiscono al sistema triclino.

Tra il giorno quindici ed il giorno sedici di Settembre non senza maraviglia osservai che in cinque cristallizzatoi, con soluzioni alcune pure, altre con piccolissime quantità di paratartrato ammonico o paratartrato acido di potassa, si era formato con breve intervallo di tempo abbondante deposito di cristalli di nuova forma. In quei giorni la temperatura dell'ambiente si era conservata come nei dì precedenti, variabile tra 25°,4 e 26°,5 ; quindi non era da supporre che la medesima avesse contribuito alla produzione dei novelli cristalli. Esaminata la loro forma ed analizzata la loro composizione, trovai ch'essi erano monoclini e composti di paratartrato neutro di litina con due proporzionali di acqua ($C^4H^2Li\,O^6$, $2\,HO$), quindi avevano la medesima composizione chimica dei cristalli triclini che nei precedenti esperimenti, aveva sempre ottenuto tra le temperature estreme di circa 15° e 40°. Mi si faceva però manifesto che il paratartrato litico con due equivalenti di acqua fosse, come suol dirsi, dimorfo, monoclino cioè e triclino; e che la specie monoclina fosse meno solubile della triclina, dappoichè si era depositata abbondantemente dalle medesime soluzioni nelle quali il giorno innanzi quattordici Settembre o non vi erano cristalli o appariva soltanto qualche minuto cristallo triclino.

Intanto l'apparizione repentina della nuova specie monoclina di paratartrato litico nelle medesime condizioni di

temperatura ed in diverse maniere di soluzioni che tutte sino al dì quattordici Settembre mi avevano dato la specie triclina, mi giungeva certamente strana, e per quanto mi volessi tener guardingo da fantastiche ipotesi, non ho saputo contenermi dal sospettare che una ignota influenza cosmica fosse cagione della sua comparsa.

Rinunziando pure ad ogni sorta di teorie, il fatto che mi era avvenuto osservare mi è sembrato meritevole di accurate indagini; ed i primi miei sforzi sono stati diretti a riprodurre, variando la maniera di sperimentare, la precedente specie triclina, la qual cosa mi è stata sin ora impossibile. I molti esperimenti tentati a tale scopo non trovano luogo in questo sunto, e mi basta riferire che anche quando ho disciolto i puri cristalli di paratartrato litico triclino ottenuti prima del dì quindici Settembre, dalla loro soluzione non ho ottenuto che la nuova specie monoclina.

Un altro fatto degno di nota mi è occorso osservare negli stessi cristalli della specie triclina precedentemente ottenuti i quali per la maggior parte sono divenuti internamente appannati, quantunque conservassero quasi inalterata la loro lucentezza superficiale. Ciò mi dimostra che essi si sono metamorfizzati passando alla specie monoclina, e mi sono assicurato che questa loro opacità interna sia l'effetto dell'avvenuta trasformazione immergendo contemporaneamente nella soluzione satura di paratartrato litico alcuni cristalli triclini che ancora conservavano la primitiva trasparenza ed altri già divenuti completamente opachi. Scorse poche ore i primi si sono del tutto disciolti, i secondi al contrario han conservato la loro forma, ed il giorno seguente a quello della immersione ho trovato il loro peso aumentato; ed osservati con lente d'ingrandimento, la loro superficie si scorgeva gremita di minuti cristalli monoclini confusamente disposti. Mi sono accorto dell'avvenuto metamorfismo verso la fine di Settembre, ma non potrei dire che non fosse cominciato anche prima del dì 15 dello stesso mese, non avendovi fatto attenzione a suo tempo.

Poichè la riproduzione dei novelli cristalli mi si è presentata per più giorni costante senza poter più ottenere la

precedente forma triclina, ho voluto fare qualche saggio per riconoscere se la cagione di tal differenza provenisse da novelle qualità permanenti acquistate dal litio o dall'acido paratartrico che entrano nella loro composizione. Quindi ho scomposto molti di essi col mezzo dell'acido solforico; ma avendo ottenuto i soliti cristalli di solfato litico e di acido paratartrico in tutto somiglianti alle medesime specie di cristalli alcuni anni innanzi esaminati, l'esperimento ritengo che sia riuscito negativo. Nondimeno alcune esperienze che si troveranno descritte nella memoria originale sembrano dimostrare che porzione dell'acido paratartrico contenuto nelle acque madri abbia sofferto qualche trasformazione.

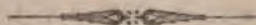
Non meno notevoli sono stati gli esperimenti fatti a temperature più alte o a temperature più basse di quelle ordinarie delle nostre abitazioni diretti ad ottenere la specie anidra, o l'altra con tre proporzionali di acqua. Dappoichè tenute a cristallizzare le soluzioni ad un grado di calore prossimo a 60°, o di poco superiore, e per conseguenza a temperature molto maggiori di quella che si era sperimentata efficace per produrre la specie anidra, ho pure avuto i soli cristalli monoclini della nuova specie con due proporzionali di acqua. Soltanto innalzando il grado di calore delle soluzioni a circa 80°, ho avuto la specie anidra e la specie monoclina con due proporzionali di acqua unite insieme.

D'altra parte a basse temperature non ho più ottenuto i cristalli con tre proporzionali di acqua. Questi cristalli nell'inverno passato si erano generati con facilità quando la temperie dell'ambiente era inferiore ai 15°, ed anche da 15° a 20° si erano generati unitamente ai cristalli triclini con due equivalenti di acqua. In questi ultimi giorni, segnando il termometro del laboratorio un po' meno di 13° non è comparsa che la nuova specie monoclina. E le soluzioni sature esposte di notte a ciel sereno, mentre il termometro è disceso per lo meno a 6°,4 non sono riuscite a dare diverso risultamento. Nella memoria originale sono descritti gli esperimenti fatti con mezzi frigoriferi sino a tre gradi sopra zero, nè questo abbassamento di temperatura è

stato capace di riprodurre i cristalli con tre proporzionali di acqua.

Per la nuova specie monoclina con due proporzionali di acqua ho osservato che il suo grado di solubilità non è soggetto a diminuirsi portando la temperie della soluzione sotto i dieci gradi; pare al contrario che essa diventi più solubile. Egli è però che, essendo essa molto meno solubile della specie triclina, s'intende senza alcuna difficoltà perchè a circa 60° impedisca la produzione dei cristalli anidri, ed a circa 80° essa si depositi unitamente alla specie anidra; ma non si comprende così chiaramente perchè a basse temperature non si produca più il paratartrato neutro di litina con tre proporzionali di acqua.

La condizione strana di questo esempio di dimorfismo presentato dai cristalli di paratartrato litico con due proporzionali di acqua consiste nella particolar natura della sua cagione che non pare esser possa alcuna di quelle che noi sappiamo valutare e che a volontà possiamo cambiare, come il grado di calore, la composizione chimica delle soluzioni, la cristallizzazione più o meno rapida o altro di somigliante. Abbiamo che per qualche tempo a diverse temperature, con diverse maniere di soluzioni e con ingrandimento dei cristalli sia rapido sia rallentato si è sempre avuta la produzione dei cristalli triclini. In tempo successivo poi cominciato con un giorno determinato in tutte le medesime condizioni precedenti non si sono più avuti i cristalli triclini, ed in loro vece sonosi prodotti i cristalli monoclini.

L'esperienza dimostrerà se la primitiva misteriosa influenza durata sino al dì quindici Settembre si rinnoverà alternando con l'altra che dura tuttavia da circa tre mesi, o se invece non sia per più ricomparire.

MONOGRAFIA DELLE PRINCIPALI TROMBE, E DEI TEMPORALI PIU' VIOLENTI SCOPPIATI IN LOMBARDIA NELL' ULTIMO VENTENNIO; DEL PROF. LUIGI MAGRINI.

(Sunto dello stesso Autore)

I miei studj sulle principali meteore osservate in Lombardia nell' ultimo ventennio, sono poco conosciuti in Italia, essendo stati pubblicati parte nella *Rivista Ginnasiale* di assai limitata diffusione, e parte negli atti del R. Istituto Lombardo, riservati pur essi quasi tutti alle Accademie.

Ora che i più celebri corpi scientifici l'Istituto di Francia, la Società Reale di Londra, le Accademie di Berlino, di Pietroburgo, l' operosissima Accademia Smithsoniana riempiono i loro atti con stupendi lavori meteorologici; ora che si alza un grido solenne per tutta Europa onde invitare i dotti alle osservazioni meteoriche, credo non inutile di offrire un sunto di questi studj, che mi sembrano contenere molte particolarità proprie a dare schiarimenti sulle cause delle più tremende perturbazioni atmosferiche.

Ebbi l'opportunità di esaminare minutamente i disastrosi effetti delle trombe di Monza, di Orzinovi e di quella violentissima di Casorate che da Somma a Caravaggio attraversò tutta la Provincia di Milano. Mi sono imposto la legge di essere fedele persino nelle imagini, come chè talvolta bizzarre, con cui i testimoni oculari animavano i loro racconti. E per dare un ordine e maggiore chiarezza alla mia esposizione, ho diviso la Monografia in tre parti che riguardano:

1.° Le circostanze che precedettero la formazione delle trombe, l'apparizione, le forme svariate, il cammino e gli effetti di ognuna in particolare:

2.° Le congetture sulla loro origine e sulle forze che vi hanno cooperato, e la conseguente spiegazione dei loro effetti:

3.° La controversia che in varie adunanze del R. Istituto Lombardo di Scienze e lettere, si agitò sul punto di assegnare la loro causa efficiente.

Quanto ai temporali, de' quali io stesso fui testimonio oculare, ho tenuto a un dipresso lo stesso ordine, aggiungendovi alcuni confronti delle indicazioni barometriche con le termometriche e le anemometriche, per riconoscere come le variazioni di pressione corrispondano a quelle di temperatura, e in quale rapporto i moti barometrici si trovino coi trasporti d'aria, procurando così d'indagare la relazione sussistente tra la velocità della salita e discesa del barometro e la velocità dei venti: e non trascurai di tener conto delle variazioni magnetiche.

TROMBA DI MONZA.

Verso le ore 5 pomeridiane del 13 Marzo 1846 dopo parecchi giorni di alternative fra il nuvolo e il sereno, fra il secco e il vaporoso, al Sud del R. Parco di Monza scoppiò un temporale con dirotta pioggia mista a poca grandine.

Frattanto dalla parte di tramontana alzavasi rapidamente una nube grigio-bruna, al cui fianco, e più alta, correva un'altra nube d'aspetto fioccoso, composta di nuvolette simili a masse di cotone aggrumolato, che apparivano in una specie di fermentazione, sicchè i villici del contado assomigliavano quell'apparenza al moto che si manifesta alla superficie di un pezzo di formaggio vermicoloso. Poi queste masse diminuendo di numero aumentavano di grandezza e gli svariati contorni ch'erano prima distinti si fondevano gli uni negli altri, dando all'insieme l'aspetto di un nugolone oblungo e tenebroso.

Mentre il nembo facevasi più basso, presentando il suo asse maggiore orizzontale all'altezza dell'occhio dell'osservatore posto sul Belvedere del palazzo di Corte, altre piccole nu-

vole di color grigio s' interponevano fra la sua superficie inferiore e la terra. Allora i guizzi del baleno cominciavano a solcarlo, e dopo alcuni colpi di tuono, altri tratti di luce si vedevano biforcarsi in forma di dardi ed estinguersi nel suolo, da cui sollevavasi poi una colonna di denso vapore, somigliante al fumo di un incendio.

Il nugolone di color grigio-scuro pareva allungarsi verso terra, confondersi col vapore da essa generato, e formare un gran cono rovescio pendente dal cielo.

Da questo momento cessava ogni esplosione, e la luce meteorica che era in sulle prime fuggitiva e concentrata nei soli tratti sinuosi, senza apparente larghezza, splendeva più a lungo e più diffusa, estinguendosi poi lentamente e silenziosamente sulla terra. Questa luce però non aveva nè la bianchezza nè la vivacità delle prime balenazioni: la sua tinta sbiadita appariva ad alcuni rossigna, ad altri violacea.

Non è da dirsi quale fosse la stupefazione degli animi quando la meteora presentavasi stimolata da tre distinti e simultanei movimenti: da un moto di rotazione intorno al proprio asse, veementissimo: da un moto di oscillazione, analogo a quello di una spirale che si chiude e si apre alternativamente, tumultuosissimo: da un moto di traslazione, curvilineo, lento, irregolare, accompagnato da un continuo rumoreggiamento, talora sordo, talora vibrato, sempre spaventevole.

Con questo apparato il turbine partiva dai campi della cascina *Villora*, e alle ore 6 $^{1}/_{2}$ faceva la sua violenta irruzione nel parco sforzando il muro di cinta. Dove il terreno intersecato da fossati e da rigagnoli, era morvido e quasi paludoso, e molti pioppi vi si ergevano con tutta la pompa di una lussureggiante vegetazione, il turbine rimaneva per alcuni istanti stazionario e senza moto oscillatorio, ma roteava con maggiore impetuosità: dove per l' opposto incontrava terreni asciutti e non arborati, s' innalzava, perdeva il vertice e quasi spariva. E così fra terra e cielo, ondulando e roteando, arrivava all' estremità del parco, ove uno steccato rinchiude uno spazio ombreggiato da altissime quercie, nel quale si allevavano i cervi, donde il nome di *Serraglio dei Cervi*. Il turbine piombando in questo recinto, perdeva il moto rotatorio e can-

giava la propria forma; il vertice allargavasi, e il cono si tramutava in un gigantesco cilindro col diametro di circa 20 metri, che scorrea per il bosco. Denso e al sommo tumultuoso era il vapore che lo costituiva, breve ma tremendo lo sconquasso, il vertice del cono per alcuni istanti ricompariva, ma non tardava a distendersi e distemperarsi nella nube da cui traeva origine.

L'intero suo cammino può valutarsi di circa 5 chilometri: la base della tromba, verso terra non oltrepassava nel suo maggiore dilatamento, avvenuto nel serraglio il diametro di 20 metri, essendosi prima conservata quasi costantemente fra li 6 e li 7 metri, e non impiegando in questa sua sfrenata incursione più di 30 minuti.

Vengo agli effetti della meteora. Essa, prima che il vapore sorto da terra ne formasse il vertice, attirava le foglie, gli sterpi, le schegge; e questi oggetti poi respinti, incontrando la terra, producevano un crepitio simile allo scoccare di elettriche scintille. Appena formato il cono vertiginoso, i corpi sollevati, venivano dispersi in tutte le direzioni, e la tromba giungendo sulla piazzetta del villaggio *Santa*, schiantava un grosso cardine di ferro su cui poggiava un robusto cancello di legno, il quale vedevasi prima girare sul sito a mo' di ventola, poi cadere in parte sfracellato alla distanza di oltre a cento metri. Progrediva il turbine, travolgendo ne' suoi vortici un capitello di granito portante una croce di ferro, e lo staccava dal suo posto, sollevandolo sopra il tetto della Chiesa del villaggio. Quivi facendo trasparire un ampio bagliore, diffondeva sul suolo una puzza di solfo; ed è notevole che alcuni addobbi di quella chiesa venissero trabalzati, nel suo passaggio, a molta distanza dall'altar maggiore ov'erano disposti.

La tromba con tale apparato sterminatore irrompendo nel parco, e ravvolgendo con tortuose inflessioni del suo vertice, come un elefante la sua proboscide, stringeva, attorcigliava, schiantava alberi secolari: altri fendeva longitudinalmente e scortecciava: altri spezzava nel tronco lasciandovi le vestigia di veemente contorcimento e riducendoli poco meno che in minute schegge: ed altri per intero diseccava senza altro segno esteriore di guasto.

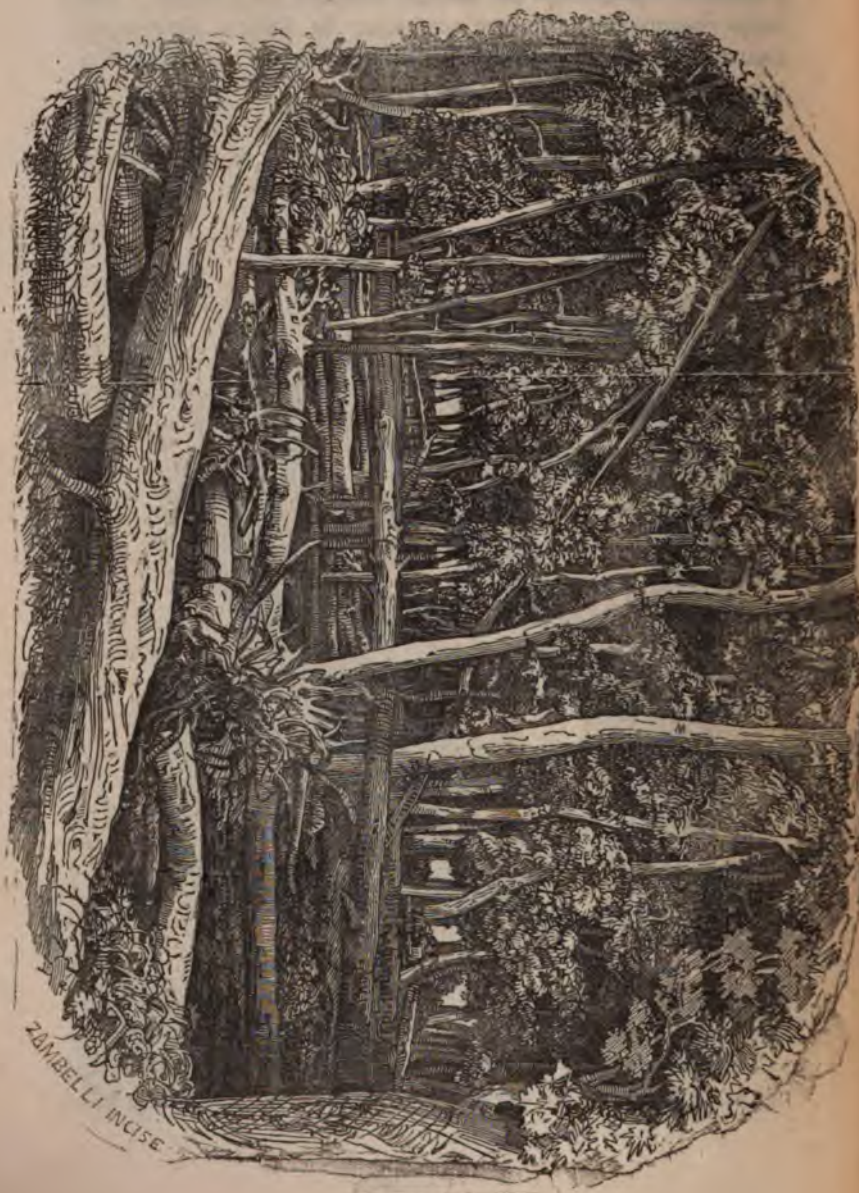
Il seguente disegno, rilevato sul luogo col daguerrotipo, poco dopo la comparsa della meteora ci offre un esempio interessantissimo della famosa legge scoperta da Maury sulla proprietà caratteristica dei turbini, suscitati fra i tropici, che fanno costantemente le loro rivoluzioni da dritta a sinistra nel nostro emisfero, da sinistra a dritta nell' altro, e conservano questa proprietà anche sui continenti.

È mirabile come la tromba abbattutasi in un bosco di altissimi pioppi li sbarbicasse quasi a fascio, e li scortecciasse

smozzandoli a circa due metri da terra ed essiccandone le fibre quasi fossero stagionate da lunghissimo tempo al sole.

Si noti la particolarità, che il turbine percorrendo la riva sinistra del Lambro, in mezzo a molte piante lasciasse illese tut-

te quelle ch' erano morte, ma pure ancor ritte sulle loro radici, sebbene accanto alle altre che allora subivano i più violenti effetti della meteora. E alcuna altissima di smisurata mo-

le, in mezzo ad un gruppo di altre piante minori, veniva abbrancata e di netto trasportata fuori del circolo di quelle neppur tocche dal turbine.

Il quale giunto al confine del parco lasciavasi attirare nel serraglio dei Cervi dalle quercie dei cento anni. Quivi scontratosi in altre nubi, portate da un vento di ponente, aizzava la sua potenza devastatrice ad un estremo sforzo; perocchè triplicando il raggio della sua sfera di attività, atterrava oltre a cinquecento vecchie roveri, e formava nel mezzo della selva un campo fittamente coperto di alberi l'uno contro l'altro rovesciati.

Non era più il vertice turbinoso di un cono che spazzava la via e imprimeva ai corpi incontrati una forza centrifuga in tutti i versi, ma quasi una bolgia che inghiottiva quelle annose quercie.

Le piante colte dal turbine in tutta la sua corsa, fra schiantate dalle radici e spezzate nei tronchi oltrepassarono le 2000, delle quali per circa due terzi piante forti ossia roveri, e pel resto piante dolci, ossia pioppi e robinie.

Ed è notevole che la meteora in tutto il suo cammino, tranne nel serraglio, limitasse la sua azione entro una zona di 6 a 7 metri di larghezza, e che all' intorno e in prossimità di essa vi fosse la calma o tutt'al più un vento così leggiero da farsi appena sentire.

TROMBA DI ORZINOVI.

Un' ora dopo il mezzodì del giorno 26 Luglio 1847 nel villaggio di *Gabbiano*, distretto. d'Orzinovi, provincia di Brescia, il sole vibrava lucidissimi e cocenti i suoi raggi, sebbene apparissero quà e colà globosi e bianchi nuvoli non portati dal vento, e quindi incerti nella loro direzione. L'atmosfera nel mattino era tranquillissima, ma pregna di vapore elastico il quale per l'azione di qualche causa refrigerante, si convertiva in vapore vescicolare e formava appunto quei nuvoli.

Al di sopra di una mellonaja, a cento passi fuori di Gabbiano, circondata da una roggia di questo nome, il più grande di tali nuvoli attirava un altro che gli stava sopra e que-

sti due traevano a se un terzo, poi un quarto che loro si univano quasi rapiti da un vortice; sicchè formavasi un voluminoso elissoide di denso e nerastro vapore che pareva girasse intorno al suo asse maggiore.

Un istrutto fittajuolo della *Motta*, il sig. G. *Baronchelli*, si ricordava di avere veduto due giorni prima il sole attorniato da un'aureola rossiccia; circostanza che il *Macchi* notò avere preceduto di qualche giorno un turbine da lui descritto nell'anno 1650.

Pochi istanti dopo, quelli del contado vedevano formarsi di sopra al nembo alcune filacce nebulose che poi venivano attirate dal nembo stesso a grande distanza e contribuivano ad ingrandirlo e addensarlo, mentre formavasi di sotto una protuberanza che si prolungava in forma di coda e traeva a se il nembo ravvicinandolo alla terra. Vertiginoso, continuo, rumoreggiante era il moto di questa coda che strisciava sui campi senza stilla d' acqua e senza grandine.

Il turbine era distante appena un miglio dalla cascina della *Motta* quando il Baronchelli vedeva sorgere intorno ad esso molti piccoli nuvoli che per reciproca attrazione sembravano ammonticellarsi a molti doppj gli uni sopra gli altri, e non soffiava alcun vento sensibile. Così gonfiandosi il nembo gettava su nel cielo ampj e numerosi rami. Frattanto la base del nembo rendevasi buja verso terra, e un color tetro con degradazioni propagavasi verso i rami che andavano ognora più smarrendo i loro globosi bitorzoli, e riducendosi ad una superficie più unita in guisa da mettere in ombra i luoghi sottoposti.

Si vedevano allora varie nuvolette sorgere da terra, dirigersi verso il nembo sovrastante, unirsi ad esso; ed ai primi vapori succedevano i secondi, i terzi, e così altri ed altri, come se lungo la via fosse accesa una serie d' invisibili fornaci. Ma ben presto gli ascitizj filigginosi e i piccoli bioccoli di vapore si univano per formare un solo grande bioccolo, che presentavasi stimolato dai tre movimenti di rotazione, di oscillazione e di traslazione osservati nel turbine di Monza. Il Baronchelli non potendo più dubitare di essere in presenza del più tremendo flagello, chiamava a raccolta la sua gente e con essa chiudevasi nell'ampia e robusta cascina della Motta.

Il popolo d'Orzinovi al mirare la tromba dall'alto delle mura gridava al fuoco, e parendo che si moltiplicassero gl'incendj, alcuni villici ascendevano la torre per dare l'avviso sonando a martello. No, no: la *Bisciaboa*, il *Vissinello!* avvisava il Curato sig. *Faustino Trivellini;* e giungeva così a tempo di mostrare al popolo il suo errore. Oh! con quale terribile sembianza il turbine attraversava quello sgraziato territorio. Dal seno del procelloso nembo uscivano con impeto cinque o sei trombicine che in forma di bitorzolate mammelle (come le avrebbe chiamate il Beccaria) quasi simmetricamente distribuivansi ai lati della tromba o del mammelone che stava nel centro, e distendevansi coi capezzoli fino a terra vibrando e roteando con estrema violenza. E questa schiera di vortici sulla fronte di 60 metri incirca marciava a passo di carica per rovesciare e distruggere ogni ostacolo. Con tale apparato sterminatore la meteora veniva diritta a dar di cozzo contro la cascina ove il Baronchelli si era riparato co' suoi dipendenti: ne vedremo a suo luogo gli effetti.

Abbandonata la Motta, il turbine correva a sorprendere e devastare parecchi tenimenti; e dopo d'avere lungo il suo tragitto più volte perdute e riacquistate le code, irrompeva nella cascina *Castellaro* del *Camozzi* di Bergamo con tutta la schiera de' suoi vortici, spazzando in lungo e in largo i campi di quel vasto possedimento, senza mai lasciarvi cadere stilla d'acqua o grandine.

L'agente del Camozzi, signor *Sirighelli*, dalla Colombaja del Castello di *Ludriano* ha potuto seguire coll'occhio le varie fasi della meteora. Alle volte una parte del nuvolo nembboso sfilacciandosi verso terra si stendeva a mo' di lungo, irregolare, tortuoso cono rovescio. E quando il cono spariva, il nembo trasformavasi in un immenso globo biancastro, roteante, che talvolta infocavasi: e ricompariva poi o un solo bioccolo, o varj bioccoli, che toccando terra si dilatavano e quindi svanivano con fracasso assordante e prolungato che pareva di carri tirati in precipitosa fuga. Il Sirighelli aveva più volte notato queste trasformazioni: e l'infocamento durava ogni volta due a tre secondi. È osservabile che il nembo si mostrasse animato da una maggiore velocità di traslazione quando perdeva le code e le filacce.

La meteora menava poi gravissimi guasti nel territorio di *Rocca Franca*; ma portandosi verso *Castel Covati* s'impiccioliva, gettava qualche filaccio su alcuni fenili, e alle due ore e mezzo circa lasciava cadere in *Chiari*, e deponeva sino ai piedi del *Mont' Orfano* i manipoli di lino rapiti per via; essendosi allora il turbine disteso e distemperato nelle folte nubi che fra lampi e tuoni versavano ivi la pioggia a dirotto.

L'intero cammino della tromba dalla Mellonaja di Gabbiano, luogo della sua formazione, sino a *Coccaglio* presso le falde del Mont'Orfano, luogo del suo smarrimento, si valuta della lunghezza di oltre a 35 chilometri, senza avere riguardo alle tortuosità della linea, percorsa in poco più di ottanta minuti.

È impossibile esprimere con frasi appropriate la stupefazione di chi vedeva operare la meteora. Nel luogo della sua origine schiantava e sollevava a notabile altezza le piante della Mellonaja faceva trabalzare più e più volte i cocomeri, e li trasportava con enorme velocità dall'una all'altra estremità del campo. Merita considerazione che le foglie attaccate ai gampi colpiti, ma non schiantati, erano un istante dopo ingiallite, ed apparivano arse, quasi avessero subìto l'azione del fuoco; ed arsicciava pure interi solchi di frumentone.

Dissodando indi il terreno intorno ad altissimi pioppi, a ponente della via che da Gabbiano conduce alla *Rossa*, ne abbatteva parecchi, sconnetteva il tetto di un fenile e ne rapiva le tegole, involava a centinaja i manipoli di lino, scheggiava, contorceva roveri, ed estirpava circa 500 magnifici gelsi in un solo tenimento.

Urtando contro la cascina *della Motta*, ove il Baronchelli si era rifugiato, vi faceva colla falange de' suoi vortici larga breccia; il bovile fu ridotto in un mucchio di macerie.

Succeduta la calma a tanto sconquasso, il Baronchelli usciva dal suo ritiro, lontano dal sospettare che parte della sua cascina (non difesa da eccelse piantagioni) fosse ruinata: il rombazzo del turbine, e più che tutto l'abbattimento e la stupefazione in cui cadono gli uomini immersi nelle vertigini di tale meteora, lo avevano reso insensibile al rimbombo di quella caduta.

Qua la tromba palesava meglio che altrove l' azione della elettricità. Saltuariamente e dalla banda ove scendevano i vortici secondarj del nuvolo nemboso, scoprivansi dieci perforamenti nei solaj della porzione di cascina rimasta in piedi a ponente. Tutti questi perforamenti presentavano un doppio rigonfiamento da opposte bande, che appalesava un' azione esercitata di dentro in fuori, alla maniera dei perforamenti operati dalla scarica di una batteria elettrica traverso a fogli di carta. Centinaja di alberi di alto fusto oltre a 200 gelsi, erano quivi estirpati o scapezzati e contorti.

Nella cascina *Asmundi* abbatteva oltre a 300 gelsi, e disseccava le foglie di molti altri rimasti ritti sulle loro radici.

Sul fondo denominato le *Gabbiane* erano cresciuti sino al diametro di un metro e mezzo giganteschi moroni, e parecchi di questi venivano atterrati, trascinando colle loro radici monti di terra.

Non devo passare sotto silenzio che all'*Aderina* si contavano nove eccelsi pioppi, scortecciati intorno al piede, scheggiati, contorti ed essiccati al punto, che mediante un solfanello prendevano fuoco.

Nella possessione *Donati*, territorio di Rocca-Franca, schiantava più centinaja di gelsi, alcuni de' quali molto grossi, trasportati da un campo all' altro.

Le indicazioni del Curato di Rocca-Franca, *Don Aurelio Maifreddi*, coincidono con quelle avute dal Curato di Orzinovi *Don Faustino Trivellini*, dal Sirighelli agente di Camozzi e da molti altri testimonj oculari, tutti stupefatti, nel mirare il lavoro di quella coda di nuvola che a modo di succhiello trivellando con moto rotatorio il terreno, abbrancava uno dopo l'altro i più grossi alberi, sollevandone alcuni ad altezze smisurate.

La tromba di Orzinovi confrontata con quella di Monza, si distingue per un cammino sette volte maggiore, per quasi doppia velocità di traslazione, per maggiore frequenza di trasformazioni e per più danni arrecati, avendo nella sua sfrenata incursione messe a rovina alcune abitazioni e schiantate oltre a sei mila piante.

TROMBA DI CASORATE

Tre ore prima del mezzodì del giorno 9 Luglio 1855, l'Aggiunto dirigente il Commissariato di *Somma*, Carlo Gittardi, vedeva nubi nerastre partirsi dalle radici del monte Rosa e del S. Bernardo, e conformarsi in larghi strati sempre più densi. Il termometro reumuriano segnava a quell'ora circa 22°, l'aria era calma, ma il tuono cupo muggiva, e il nembo faceasi ognora più minaccioso dirigendosi verso il Lago Maggiore.

Gli abitanti di *Casorate* vedevano sorgere altre nubi foriere di cattivo tempo dalla parte del Ticino; e più tardi per la gente di *Bes nate* si rendeva fosca e procellosa l'atmosfera anche dalla parte del San Gottardo, mentre a *Rescaldina* e *Gerenzano* si contavano i nugoloni sollevati dal *Resegone di Lecco*.

In generale, su quasi tutta la zona, flagellata poi dalla meteora, il firmamento presentava di buon mattino una tinta sbiadita, malinconica, dipendente da quel velo pellucido che stende l'atmosfera satura di vapore, e udivasi un sordo, lontanissimo, incessante romoreggiamento; ed uomo non era che non si sentisse inflacchiti i muscoli, e la respirazione affannosa. E come il tuono cupo si rinvigoriva senza che il lampo balenasse, così aveasi l'apparenza di una di quelle agitazioni sotterranee, che precorrono spaventevoli cataclismi.

È notevole che nei nugoloni (tumultuosi alla loro superficie) l'occhio non distinguesse verun moto di traslazione, sicchè apparivano nello stesso luogo sull'orizzonte per molto tempo. Ma poi, rendendosi sempre più bassi, a poco a poco si avanzavano; e dopo alcuni colpi di tuono, verso le ore 11 antimeridiane, il parroco di Rescaldina (*Porroni*) vedeva il nembo biforcarsi, un ramo avviandosi adagio adagio verso il Ticino, e l'altro con pari lentezza dirigendosi alla volta di Bergamo, Dai due rami, sempre lontanissimi, vedeva sollevarsi una colonna di denso vapore, e gli pareva che ciascuno di essi nello stesso tempo si allungasse verso terra, formando due coni rovesci, che parevano dapprima immobili.

Battevano frattanto tre ore dopo mezzodì, quando alla par-

rocchia di Casorate un' enorme massa nebulosa improvvisamente intercettava i raggi solari, già prima illanguiditi, conterminandosi essa di que' bioccoli filigginosi e giallastri che d' ordinario generano gragnuola.

Quasi nello stesso tempo, il nembo formatosi dalla parte del Lago Maggiore, accompagnato da continui lampi e da forti scariche elettriche, si faceva innanzi passando per *Arzago* e *Besnate*, e si scontrava col primo, i due nembi fondendosi in un solo più ampio e terribile che ritornava sopra Casorate. È notabile che la meteora giunta su quest' altipiano, d'un tratto si arrestasse, quasi fosse rattenuta dall' azione di qualche altro nembo, formatosi nelle regioni superiori dell'atmosfera.

Avviandosi poi nel territorio di *Mezzana*, il doppio nembo andava a scontrarsi con quello che nelle ore più tarde del mattino erasi veduto sorgere dalla parte del S. Gottardo. In questo mentre, l'abate Bernardo Lunghi stando sul colle di S. Maurizio scorgeva da *Tradate*, avanzarsi a passo accelerato un'altra bufera prodotta forse da quel ramo di nembo che il parroco di Rescaldina di buon' ora aveva veduto dipartirsi dal Resegone di Lecco ed avviarsi verso il Ticino.

Queste potenze sterminatrici s' incontravano e si battevano verso l'estremità settentrionale di *Cassano-Mugnago*. Quivi altre falangi di nuvole, alcune globose, altre bitorzolate, altre sfilacciate e nerastre e giallognole e cineree si attraevano, si staccavano, si ricongiungevano, incutendo terrore co' furiosi loro rigiramenti.

Consisteva dunque la meteora in una enorme congerie di nubi procellose, mantenutesi assai elevate, che si distendevano per una lunghezza di alcune miglia dal nord-ovest al sud-est, e protraevasi a grande profondità nell'atmosfera sopra una larghezza di più che un miglio. Sorvolando a *Solbietto*, alle ore 4 e 1/4 investiva Solbiate: abbassava indi alcune nuvole che a modo di tortuosi coni entravano nella valle dell' *Olona* dove il terreno intersecato da fossati e molti rigagnoli era reso umido e quasi paludoso, e dove molti alberi si ergevano in piena vegetazione.

Un quarto d' ora dopo, quelle nuvole tumultuose si avanzavano basse basse e in mezzo a fragorose scariche elettriche

malmenavano i territorj di *Gorla minore*, di *Nizzolina*, di *Rescalda* e di Rescaldina, ove la meteora aveva preso il carattere di uragano. A Rescaldina poi la meteora cangiava direzione per gettarsi nel *Bosco delle cento pertiche*.

Gli abitanti di *Gerenzana* già di buon mattino, erano sgomentati per il continuo e sordo romoreggiamento e per l'aspetto minaccevole del cielo; e mentre tenevano d'occhio il nembo che veniva dal Comasco, si sentirono venire improvvisamente alle spalle quello ch' erasi già staccato dal Bosco delle cento pertiche. È singolare che a Gerenzano la meteora cominciasse a produrre i suoi effetti rovinosi prima che a Rescalda e a Rescaldina, benchè questi paesi si trovassero sulla via della meteora innanzi di Gerenzano.

Nei territorj di *Ceriano*, *Solaro*, e *Cesate* dove il terreno è piuttosto arido, la meteora infieriva col carattere piuttosto di temporale che di tromba.

Non è da tacersi che nel territorio di *Nova* esisteva un'ampia cascina detta *dell'uccello*, abitata da quattro famiglie che costituivano una popolazione di 112 individui, i quali accortisi della straordinaria agitazione atmosferica, uscivano tutti dal recinto, e tremebondi stavano osservando quegli enormi adunamenti di nuvole ora correre veloci l'une contro le altre, ora allontanarsi quasi reciprocamente respinte, ora avvolgersi sopra se stesse come fossero stimolate da azioni vorticose, lasciando tratto tratto sfolgorare di mezzo i lampi. Taluni di quei coloni solevano dire che il turbine *gibillava*, altri lo vedevano *fare la roda*, altri spingere innanzi le nuvole *a cavalloni*, che poi si arrestavano e si rompevano quasi andassero incontro ad una diga.

Esaminando gli effetti della meteora ho dovuto riconoscere che in alcuni punti del suo cammino avea la forma di tromba, in altri di temporale, in più luoghi manifestava i caratteri di tromba e di uragano, e ben di frequente assumeva tutti tre i caratteri di temporale, di tromba e di uragano. La sua corsa dal territorio di Somma sino a *Caravaggio*, ove si perdette di vista era della lunghezza di circa 100 chilometri e della larghezza media di due chilometri e mezzo corsa operata colla velocità di circa 33 chilometri all'ora.

Nei territorj di *Mezzana* e di *Casorate* la meteora cominciava a produrre i suoi effetti gettando fitta grandine mista a goccioloni d' acqua. Sopra Besnate la gragnuola faceasi grossa come mezz'uovo, però meno spessa e mista a dirottissima pioggia. In Crenna e in Cassano-Magnago, dopo un diluvio d'acqua, cadeva grandine secca a spigoli taglienti, devastando intieramente quelle campagne, senza che si udissero scariche elettriche: ma un cupo romoreggiamento continuava anche durante la pioggia.

Nella Valle d'Olona i nuvoli bitorzolati atterravano e sbarbicavano centinaja di pioppi altissimi, lasciando le vestigia di un veemente contorcimento.

Giunto a *Gorla minore* il turbine trasportava lungi dall'abitato molte tegole, e ravvolgendosi intorno la Chiesa scagliava in mezzo ad un'oscurità quasi notturna pezzi di gragnuola ovoidale assai acuminati, che ferivano sino al midollo le piante e riducevano a strame i gambi del frumentone.

A Rescaldina il Parroco stando sulla porta della Chiesa vedeva la tromba fumosa colla velocità di un convoglio a vapore rovesciare i cascinotti e avviarsi contro il Tempio con un fracasso assordante. Il turbine, piombatovi sopra striturava le invetriate, ne precipitava i telai e sfracellava il tetto. La torre del Commendatore Melsi rimase scoperta e l'asta del suo parafulmine spezzata e trabalzata in una vigna contigua. Al turbine succedeva la gragnuola di forma svariatissima e cresciuta di volume a paragone di quella caduta nei suindicati territori.

Dalla parte di Uboldo verso Rescaldina era sorpreso dal turbine un carro carico di manipoli di frumento con due buoi guidati da certo *Landonio* detto *Baracca*: il villico rotolava nel fosso; e per la violenza della buffa, spezzati i legaccioli del giogo, venivano gettati nel fosso i buoi e il carro col suo carico trabalzava, superando una siepe, in un campo vicino.

In Gerenzano la gragnuola, di una grandezza mai più veduta, durava dieci minuti. Ogni fusto, ogni gambo veniva spezzato e steso al suolo in tutte le direzioni: e il territorio nei primi quattro o cinque minuti erasi già fatto deserto, sicchè la grandine seguitava per altrettanto tempo a colpire invano la campagna già interamente devastata. Il tristo spettacolo si

compiva colla calata di buje nuvole che si stemperavano in pioggia sì dirotta da riempire in quindici minuti tutti gli scoli, allagare le strade, i piani terreni delle case , e tenere gli abitanti nel timore d'affogare in quelle acque. A Saronno la grandine cadeva in pezzi grossi e con sì grande violenza da internarsi nel suolo; e a Solaro ne precipitava in sì gran copia che 24 ore dopo, col sole di Luglio, esisteva ancora a mucchi, solida e di forme svariatissime.

Nei territorj di *Limbiate*, *Ginzano*, *Senago* i lampi e tuoni si succedevano in modo spaventevole, e nella Chiesa di Senaghino la meteora produceva effetti simili a quelli prodotti nella Chiesa di Rescaldina.

Non devo tacere che nella casa attigua del ragioniere *Monzini*, essendo le invetriate aperte, la meteora injettava per le fessure delle gelosie chiuse i vapori nebbiosi talmente densi che allagavano i pavimenti: e varie foglie di pla tano , rapite nel giardino *Borromeo* alla distanza di un quarto di miglio, cacciate dentro dal vento, restavano per vario tempo applicate alle pareti ed anche al soffitto, il che accenna ad un' azione impulsiva dal di fuori al di dentro, propria dell'uragano.

A *Paluzzolo* le nuvole erano aderenti alla terra e così dense da intercettare la luce alla distanza di pochi passi: il vento soffiava con tanta veemenza da rendere affannosa la respirazione.

Da oltre a mezzo secolo esisteva in questo paese nella casa venuta in proprietà dei signori *Villa* una torre coperta da ampie e solide lamiere di rame, fermamente infisse nell'impalcatura mediante più centinaja di grossi e lunghi chiodi , detti da *cantiere* . Già tempo erasi pensato che una copertura tanto sontuosa mancava quivi di scopo, e conveniva meglio far prò di quel metallo, anzichè lasciarlo al sole, e alla pioggia inerte, e senza frutto. Si dava mano all' opera: ma quella copertura pareva aver fatto presa colla torre. Que' chiodi si erano innestati sì bene nell' ossatura di legname forte e compatto (resi forse più aderenti per la sofferta ossidazione) e richiedevano tanto tempo e lavoro per esserne estratti , che si abbandonava il divisamento.

Giungeva la bufera, e di un tratto in un sol pezzo strap-

pava quella copertura, la portava di sopra il tetto della Chiesa Parrocchiale, oltre alla strada postale e al tetto della vicina casa *Perabò*, e l'abbandonava nel cortile di quest'ultima ad una distanza orizzontale di settanta metri circa dalla torre.

In questo territorio si contavano venti persone ammaccate dalla grandine, e certi *Rosio* e *Vismara*, feriti gravemente. Due buoi del massajo *Messa*, spaventati dai primi colpi ricevuti, fuggivano accoppiati sotto il giogo; e dopo avere errato per le campagne senza potere sottrarsi alle battiture, ritornavano a casa grondanti di sangue. Il Sacerdote Francesco *Colombo* di *Varedo* assicurava di avere quivi raccolti pezzi di grandine del peso di oltre a sessanta oncie milanesi (chil.^{mi} 1, 80 circa).

È singolare che molte testimonianze si accordino nel far credere che la meteora avesse incominciato e finito a Palazzolo mezz'ora innanzi che a Varedo, sebbene questo si trovasse sui suoi passi prima di Palazzolo; ma di ciò si parlerà nelle spiegazioni.

In vero, non vi hanno parole a far comprendere la scena di totale esterminio ch'ebbe luogo nell'ampia cascina dell'uccello: questo tenimento da un istante all'altro passava da una state ridente e ricca, a un verno squallido e desolante.

In una casa contigua alla Chiesa di *Cascina Amata*, benchè le gelosie e le invetriate della finestra verso la piazzetta della Chiesa fossero chiuse, si spezzavano i vetri ; ed è cosa degna di osservazione che i loro frantumi anzichè cadere sul pavimento della sala cadessero al di fuori sul davanzale della finestra medesima il che accenna ad una espansione dell'aria interna, ossia ad una aspirazione avvenuta sulla piazzetta della Chiesa.

I parrochi di *Pozzuolo* e di *Trecella* asserivano di avere veduto, in luoghi limitrofi alla zona colpita, precipitare alcuni grozzi pezzi di gragnuola, quasi fossero lanciati da un mortajo. Sulla piazza di *Melzo* ne cadeva uno di enorme grandezza che a guisa di bomba si divideva in molti pezzi, ognuno composto di un'agglomerazione di altri minori.

Anche a Trecella si osservavano due temporali, l'uno che avanzavasi dalla parte di Milano, l'altro che pareva procedesse da Monza ed era quello che veniva da Palazzolo. Nell'incontro

de' due temporali formavasi una tromba, che non aveva però disteso il suo mammellone sino a terra, ma che scaricava fitta grandine con moltissimi pezzi grossi come uova.

A *Cavenzano* il fieno non si potè tagliare il giorno dopo il temporale, in causa dei pezzi di ghiaccio, duri come pietre, che si trovavano ancora a migliaja fra l'erba.

Milano era pur essa flagellata per un quarto d'ora da gragnuola assai voluminosa ed asciutta, che impicciolivasi poi a Caravaggio, ove, dopo le sei ore pomeridiane la tremenda meteora svaniva, lasciando fino a Saronno uno strato di fitta nebbia stesa sul suolo all'altezza dell'occhio umano quasi volesse coprire di un velo le inique sue impronte.

I dati raccolti sulle particolarità della grandine mi condussero a riconoscervi sei forme principali.

1.° Forma e grandezza del grano turco.

2.° Forma sferica di un bianco opaco, da tre millimetri a tre centimetri di diametro, molto ripetuta.

3.° Forma ovoidale coll'asse maggiore da quattro ad otto centimetri.

4.° Forma irregolare, costituita da cristalli pellucidi, conglutinati fra loro e angolosi, alcuni di tale grandezza da pesare circa due chilogrammi.

5.° Forma di scoria, dovuta ad un' aggregazione di varj prismi, pur trasparenti, incrociati in più falde, assai voluminosa.

6.° Forma di stalattite più o meno ramosa: se ne raccolsero alcuni pezzi col peso di quasi due chilogrammi e mezzo.

Nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Parigi del 1789 (p. 628) e del 1790 (p. 263) troviamo i particolari della famosa procella che nel giorno 13 Luglio 1788 devastò la Francia e l'Olanda. Questa è certamente una delle più calamitose e spaventevoli che siensi vedute ne' nostri climi, e forse quella che nel passato secolo venisse meglio osservata. La procella si propagava contemporaneamente sopra due zone quasi parallele, l'una orientale, della larghezza media di due leghe e un quarto, l'altra occidentale, della larghezza media di quattro leghe, per una comune lunghezza di circa duecento leghe.

Le due zone tempestose erano separate da una terza zona della larghezza media di cinque leghe e un quarto, sulla quale cadeva soltanto dirotta pioggia.

La procella si distendeva colla velocità di 16 leghe l'ora, eppure presentava la singolarità che tutti i punti della estensione immensa da essa occupata venivano nello stesso tempo colpiti dalla grandine. Pareva che il suo fomite esistesse e *si mantenesse* sui Pirenei, e che la grandine si generasse su tutta la linea ad un tratto, soltanto allora che giungeva a stendere il braccio sino al Baltico, e a mettersi in comunicazione colle sue acque.

La meteora di Casorate (9 Luglio 1855) occupava una zona lunga ventiquattro leghe e larga circa tre quarti di lega, e però, riguardo all'estensione, non è certo da paragonarsi colla precedente; ma ben può starle, pur troppo, innanzi, riguardo ai fenomeni che l'hanno accompagnata.

La procella dell'ottantotto non presentava nella grandine tanta varietà di forme e sì grandi masse come la meteora del 1855, in quella la gragnuola più grossa pesava solo otto oncie di Francia, mentre in varj punti della zona lombarda ne è caduta col peso di sessanta e più oncie milanesi. Nella procella dell'ottantotto in verun punto delle due zone la caduta della grandine durava più di 7 ad 8 minuti: la nostra meteora continuò a scagliarne di assai maggior volume per 14 a 15 minuti su varj tenimenti. La procella dell'ottantotto ben di rado e in pochi luoghi faceva udire il tuono: la nostra veniva accompagnata da un cupo romoreggiamento non interrotto mai in alcun punto della zona. La procella dell'ottantotto conservò lo stesso carattere in tutto il suo cammino: la nostra del 1855 subì varie trasformazioni, in più luoghi manifestando contemporaneamente i fenomeni che contradistinguono il temporale, la tromba e l'uragano.

In altro fascicolo, esposte le congetture sull'origine delle trombe e sulle forze che vi hanno cooperato, mi studierò di spiegarne gli effetti.

(continua)

METODO PER DETERMINARE LA LUNGHEZZA DEL PENDOLO; MEMORIA DI GILBERTO GOVI LETTA ALL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO IL GIORNO 6 MAGGIO DEL 1866.

Da quando HUYGENS ebbe fatto conoscere la relazione che lega le dimensioni d'un pendolo semplice e la durata delle sue oscillazioni alla forza acceleratrice dovuta alla gravità (1) e soprattutto dopo che RICHER ebbe scoperto nel 1672 a Cajenna la variazione di lunghezza del pendolo che batte i secondi, col variare della latitudine (2); astronomi e fisici s'adoprarono a misurare il pendolo in diversi punti del globo, perchè, tenuto conto della forza centrifuga, se ne potesse dedurre la variazione della gravità, e quindi, dietro un teorema di CLAIRAUT (3) lo schiacciamento dello sferoide terrestre. Ma la misura d'un pendolo semplice è cosa di estrema difficoltà e le cure le più squisite messe in opera da uomini come MAIRAN, BORDA, KATER, BESSEL e

(1) *Christiani Hugenii Zulichemii, Const. f. Horologium Oscillatorium, sive de motu pendulorum ad horologia aptato, demonstratione geometricae.* Parisiis 1673; 1 vol. in 4° — vid. P. IV, prop. 25, pag. 155.

(2) *Observations astronomiques et physiques faites en l'Isle de Caïenne,* par M. Richer, de l'Academie royale des Sciences; Paris, 1679, in fol. — voy chap. X, art. 1, pag. 66.

(3) *Philosoph. Transactions,* vol. XL, n. 449, anno 1738, pag. 294, et *Théorie de la figure de la terre,* par Clairaut, 2. édit.; Paris, 1808, pag. 251.

Sabine per conseguirla, se non riuscirono infruttuose non diedero neppure quel risultato che se ne sperava. Oggi ancora la lunghezza del pendolo nei luoghi stessi dove fu misurata direttamente, non si conosce con una precisione superiore al decimo di millimetro, e per poterne dedurre lo schiacciamento terrestre con sufficiente esattezza, il millesimo di millimetro non sarebbe squisitezza eccessiva.

Gli scienziati domandano quindi che le antiche misure siano rifatte, adoperandovi quei raffinamenti di mezzi che il progresso dell'arte meccanica permette d'impiegarvi. Ma par difficile che si possa, seguendo l'antica via, superare quanto fece Bessel nelle sue famose ricerche sul pendolo a Königsberg ed a Berlino (1), tenendo pur conto di certi perfezionamenti nelle correzioni, indicati da Sabine e da Baily. La maggior difficoltà, allora che si tratta di misurare il pendolo, consiste nella riduzione del *pendolo composto* (solo stromento eseguibile) al *pendolo semplice sincrono* dei meccanici.

Sanno i matematici che la lunghezza del pendolo semplice *sincrono* con un dato pendolo composto è eguale al *momento d'inerzia* di quest'ultimo diviso pel suo *momento statico*, espressione semplicissima in teoria, inestricabile quasi nella pratica. Un *pendolo composto* non è infatti mai un solido geometricamente definibile, e, quando pure lo fosse, non sarebbe mai uniforme la distribuzione della materia attorno all'asse di figura o alla lunghezza del pendolo, condizione indispensabile perchè se ne possa calcolare il *momento d'inerzia*. Non è meno difficile la determinazione del suo *momento statico*, dipendendo essa dalla conoscenza del *centro di gravità*, punto virtuale quasi altrettanto malagevole ad aversi quanto il *momento d'inerzia*. Le distanze poi delle varie parti del pendolo dall'asse di sospensione

(1) Bessel, *W. Untersuchungen über die lange des einfachen secunden pendels* (1828) in. Abhandlungen der K. Akad. der Wiss zu Berlin, 1826, Math. Klasse, pag. 1 a 257.

Bessel *W. Bestimmung der Langen des einfachen secunden pendels für Berlin* (1835), in. Abh. der K. Ak. des Wiss. zu Berlin, 1835, pag. 161-262.

non potendosi misurare se non mediante apparecchi *a contatto*, sul fare del *Comparatore*, riescono dubbie, non permettendo il contatto quella esattezza che ne conseute invece l'uso dei microscopii. Quindi le incertezze dei varii risultati ottenuti in un medesimo luogo, facendo pure astrazione dalla correzione di temperatura, da quella di riduzione al vuoto e al livello del mare, dal passaggio ad archi minimi di oscillazione ec. che hanno assai minore importanza. La sola quantità misurabile con sufficiente precisione è la durata delle oscillazioni, se si ricorra al metodo delle *coincidenze* imaginato e usato prima da Mairan nel 1735 (1), rimesso in moda da Borda nel 1790 (2) e attribuitogli, a torto, da alcuni.

Malgrado tutto ciò non appare affatto impossibile di eliminare dalla determinazione del pendolo semplice quasi tutte le cause d'errore enumerate poc'anzi, e di ridurne la misura a quella della durata di vibrazione d'un pendolo composto, e a quella di certe distanze prese sulla lunghezza del pendolo stesso, valendosi di ottimi microscopii e di un tipo di misura perfettamente diviso.

Per arrivare a codesta soluzione del problema convien riflettere che se si avesse un pendolo semplice di lunghezza l non conosciuta, basterebbe farlo oscillare numerandone le vibrazioni, per poi scorciarlo od allungarlo di una quantità a tale che la sua nuova lunghezza divenisse l_1, e quindi minore o maggiore la durata delle sue reciprocazioni, affinchè, conoscendosi le due durate delle oscillazioni t e t_1 e la differenza a, misurabile esattamente con un *catetometro* a microscopii, si avesse subito la prima lunghezza l ignota dalla formula $l = a \frac{t^2}{t^2 - t_1^2}$, che si deduce dalla

(1) Mairan (De) *Expériences sur la longueur du pendule à secondes à Paris*, dans les: Mémoires de l'Académie des Sciences; année 1735, pag. 153 et suiv., voy. pag. 166.

(2) Borda et Cassini: *Expériences pour connaître la longueur du pendule qui bat les secondes à Paris* — dans la: *Base du systéme métrique*, t. III (1810), pag. 337 et suiv. Et aussi: *Rapport historique sur le progrès des Sciences mathématiques depuis* 1789, par Delambre (1810), pag. 220 et 221.

nota relazione $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ e da questa la lunghezza L del pendolo a secondi, essendo $L = \frac{l}{t^2}$.

Per tal via si verrebbe ad eliminare la misurazione della distanza fra l'asse e il centro d'oscillazione, misura che s'è già veduto riuscire difficilissima. Ma i pendoli di cui possiamo valerci non son semplici, e la stima dello scorciamento o dell' allungamento del pendolo semplice *sincrono*, non è cosa facile a conseguirsi.

Se però si rifletta che ogni spostamento del centro di gravità d'un pendolo composto di massa invariabile, è causa d'una variazione corrispondente del suo centro di oscillazione, determinabile in funzione di quella prima quantità e della nuova durata delle sue oscillazioni, e se si ponga mente a ciò, che lo spostarsi del centro di gravità d'un sistema di masse legate fra loro è funzione del mutamento di luogo del centro di gravità di ciascuna di esse, non parrà poi tanto difficile l'arrivare alla misura del pendolo semplice, deducendola dagli spostamenti del centro di gravità di una sola delle masse onde risulta il pendolo composto, e dalle durate delle oscillazioni corrispondenti a ciascuno spostamento. La determinazione del pendolo semplice non sarà più allora la conseguenza del confronto di due soli stati d'una massa pendolare, ma basteranno 4 diverse distribuzioni determinabili dei corpi che la compongono perchè l'intento desiderato si possa raggiugnere.

Abbiasi dunque una verga rigida e non molto pesante, mobile intorno ad una retta perpendicolare all'*asse del pendolo*, ossia alla linea verticale che passa pel centro di gravità della verga stessa, quando questa pende dall' asse di rotazione, messo in un piano orizzontale; una tal verga rigida porti un *cursore* assai grave costituito da una massa omogenea quanto più è possibile, infilata sulla verga e talmente disposta che si possa arrestare lungo essa in diverse posizioni, così però che il suo centro di gravità e quello della verga rimangano sempre sull'*asse del pendolo.* Un tale sistema formerà un *pendolo composto* a centro di gravità mo-

bile, quale appunto conviene per la determinazione del pendolo semplice. Preparato lo strumento, si fissi il *cursore* in una prima posizione, per esempio verso il basso della verga, e collocato l'asse di rotazione o di sospensione (che sarà un coltello perfettamente lavorato in acciaio fuso temperato durissimo) sovra un piano orizzontale in pietra dura o in acciaio, sostenuto da appoggi saldissimi; si faccia oscillare il pendolo nell'aria o meglio ancora nel vuoto (per evitare la correzione incertissima indicata da Du Buat (1), che dipende dalla perdita di peso nell'aria del pendolo in movimento, diversa dalla sua perdita di peso nell'aria stessa quando è nello stato di quiete), procurando che le sue oscillazioni si compiano in archi non maggiori di 1°, la riduzione agli archi minimi mal eseguendosi nel caso di archi più grandi, e rimanendo ancora qualche incertezza, al dire di Sabine, persino negli archetti piccolissimi.

Si contino le oscillazioni col metodo delle *coincidenze* osservandole a distanza con un buon cannocchiale, e accertando il momento della coincidenza perfetta con un artificio che verrà descritto in un'altra memoria. Si avrà così una prima durata t di oscillazione corrispondente alla posizione iniziale del cursore. Spostato questo d'una quantità b_1, e fatto nuovamente oscillare il pendolo, si otterrà una seconda durata d'oscillazione t_1, poi una terza t_2 dopo uno spostamento b_2 dalla posizione iniziale, e finalmente una quarta t_3 in seguito allo spostamento b_3. Con queste quattro durate d'oscillazione t, t_1, t_2, t_3, e coi valori misurati degli spostamenti b_1, b_2, b_3 si otterrà immediatamente la lunghezza L del pendolo che batte i secondi dalla equazione (2).

$$L = \frac{b_1 b_3 (b_3 - b_1)(t^2 - t_2^2) - b_1 b_2 (b_2 - b_1)(t^2 - t_3^2) - b_2 b_3 (b_3 - b_2)(t_2 - t_1^2)}{b_1 b_3 (t_1^2 - t_3^2)(t^2 - t_2^2) - b_1 b_2 (t_1^2 - t_2^2)(t^2 - t_3^2) - b_2 b_3 (t_2^2 - t_3^2)(t^2 - t_1^2)} .$$

(1) Du Buat. *Principes d'hydraulique et de pyrodynamique vérifiés par un grand nombre d'expériences*; édit. de Paris, 1816, 2. vol. in 8. Voy. vol. 2., pag. 276 et suiv.

(2) Veggasi dopo l'*Appendice* una dimostrazione di questa formola favoritami dal mio chiarissimo collega ed amico, il Conte di St-Robert, col quale spero di poter eseguire in seguito le sperienze per la misura effettiva del pendolo a secondi.

Una quinta osservazione combinata successivamente con tre delle altre quattro potrà dare 4 nuovi valori di L, per mezzo dei quali si otterrà quest'ultima quantità con una approssimazione tanto maggiore quanto più le osservazioni parziali saranno state eseguite con accuratezza.

Tutto riducesi adunque a: *costruire con una verga molto lunga e leggera munita d'un cursore assai grave, un pendolo composto che si fa oscillare nel vuoto, fermando il cursore in quattro posizioni diverse e facilmente determinabili per rapporto alla prima, e misurando ogni volta la durata delle oscillazioni del pendolo; per dedurne senz'altro la lunghezza del pendolo semplice che batte i minuti secondi nel luogo dove vien fatta l'esperienza.*

Le sole correzioni da farsi al valore ottenuto, saranno quelle che dipendono dalla temperatura, dall'ampiezza degli archi, dalla forza elastica dell'aria residua nel recipiente in cui il pendolo oscilla, a da quelle minime imperfezioni degli stromenti che la pratica potesse far avvertire.

APPENDICE

Dopo la lettura di questa Memoria il mio egregio collega ed amico, il Conte di St-Robert, mi mostrò nella *Meccanica analitica* di Prony (1) un progetto che ha qualche analogia con quello esposto poc'anzi. Trattasi infatti di un pendolo a tre assi di sospensione, che si deve far oscillare su ciascuno di essi per eliminare dal calcolo di L le quantità difficilmente misurabili.

La proposta di Prony letta dall'illustre matematico all'Accademia delle Scienze, nel Marzo del 1792, non venne applicata nè dal suo autore, nè dai commissari eletti in quel turno dell'Accademia per la misura della lunghezza del pendolo. Forse vi si oppose la difficoltà non piccola che s'incontra nel voler determinare le distanze degli assi di so-

(1) *Leçons de mécanique analytique données à l'école royale polytechnique* par M. De Prony; Paris, 1815, 2 vol. in 4° — voy. vol. 2., pag. 338 et suiv. §§ 1107 à 1111.

spensione gli uni dagli altri, quella del renderli paralleli fra loro, e normali al raggio d'oscillazione del pendolo, quella di porli tutti in uno stesso piano verticale passante pel centro di gravità del sistema, quando questo sia in riposo sopra uno di essi, e finalmente quella della variazione sensibile di resistenza al mutarsi dell'asse, non essendo possibile di renderli tutti perfettamente identici fra di loro. Quest'ultima difficoltà si presenta gravissima nella costruzione delle bilancie di precisione, che possono pure considerarsi come pendoli composti quando abbiano il centro di gravità inferiore all'asse di rotazione. PRONY stesso si avvide più tardi di alcuni di codesti difetti e propose certe formole per poterli eliminare (1). Ma sebbene egli morisse soltanto nel 1839 non pubblicò mai per le stampe il suo scritto accademico del 1792 quantunque lo avesse corredato dei disegni rappresentanti il suo pendolo a tre sospensioni; nè il sunto che ne diede del 1815 nella *Meccanica analitica* accenna ad alcuna sperienza fatta da esso in proposito.

Oltre a codesto progetto di PRONY, molto indirettamente analogo al metodo poc' anzi esposto, non m'è riescito di scoprire sin'ora nessun altro procedimento messo in opera per misurare la lunghezza del pendolo semplice, il quale, pur da lontano, si accosti a quello da me suggerito.

Quanto poi all'uso di un cursore per far variare la durata delle oscillazioni di un pendolo, esso rimonta ad HUYGENS che lo descrisse nella sua famosa opera *Horologium oscillatorium* stampata nel 1673 (2). PRONY che lo ripropose nel 1817 (3) come un mezzo *nuovo* per regolare la durata delle oscillazioni di un pendolo, non fece altro se non che perfezionare l'analisi relativa all'uso di esso, analisi che pubblicò nell'opera precedentemente citata. D'altronde nè HUYGENS nè PRONY nè altri, che io sappia, l'ha adoperato sin qui a determinare la lunghezza del pendolo semplice.

(1) *Bulletin des Sciences, par la Société philomatique de Paris*, année 1817, pag. 57.

(2) *Horologium oscillatorium* etc. etc. pag. 146-150.

(3) *Connaissance des temps*, pour 1817, et *Leçons de mécanique analytique*, vol. 2., pag. 424, § 1198 et suiv.

AGGIUNTA

Déduction de la formule relative à la mesure du pendule à secondes, citée dans le Mèmoire précédent; par **P. de St-Robert**.

Soient

t, la durée d'une oscillation du pendule pour la première position du curseur; t_1, t_2, t_3, les durées des oscillations du pendule, le curseur étant éloigné des quantités b_1, b_2, b_3, de sa première position. (Les distances b_1, b_2, b_3, sont mesurées de bas en haut).

Toutes ces quantités sont données par l' expérience.

Soient, pour la première position du curseur.

a, la distance du *centre de gravité* du pendule entier à l'axe de rotation;

k, le *rayon de gyration* du pendule entier autour d'une parallèle à l' axe de suspension, passant au centre de gravité;

h, la distance du centre de gravité du curseur à l'axe de rotation;

M, la masse du pendule entier;

m, la masse du curseur;

l, l_1, l_2, l_3, les longueurs des pendules simples synchrones, pour les quatre positions diverses du curseur.

Toutes ces quantités sont inconnues.

Puisque la longueur du pendule simple qui fait ses oscillations dans le même temps qu'un pendule composè est égale au moment d'inertie relatif à l'axe de rotation, divisé par le produit de la masse par la distance du centre de gravité au même axe, on aura, pour une position quelconque du curseur,

$$L_1 = \frac{M(a^2 + k^2) - 2\,mhb_1 + mb_1^2}{Ma - mb_1}\ .$$

En observant que

$$a^2 + k^2 = al\,,$$

[illegible] avrà $l = \frac{M(a^2+k^2)}{Ma}$ [illegible] passare da l ad l_1 si deve togliere al numeratore m [illegible] aggiungere $m(h-b)^2$, e al denominatore si deve togliere mh ed [illegible] b). La variazione del numeratore si fa però nel concetto che le dimensioni del cursore a confronto di quelle del pen[illegible] formula trovata non [illegible].

et en posant

$$\frac{M}{m}\,a = f,$$

il vient

$$l_1 = \frac{fl - 2\,h b_1 + b_1^2}{f - b_1}.$$

Dans cette expression du pendule synchrone, la quantité b_1 est donnée par l'expérience, tandis que les quantités l, f, h sont inconnues. On pourra les déterminer à l'aide des trois équations que fournissent ler durées des oscillations correspondantes à quatre positions diverses du curseur.

En effet on a

$$g = \frac{\pi^2 l}{t^2} = \frac{\pi^2 l_1}{t_1^2} = \frac{\pi^2 l_2}{t_2^2} = \frac{\pi^2 l_3}{t_3^2}.$$

d'où l'on tire les trois équations

$$l\,t_1^2 = l_1 t^2\,,$$

$$l\,t_2^2 = l_2 t^2\,,$$

$$l\,t_3^2 = l_3 t^2\,.$$

Si l'on substitue dans ces équations les valeurs de l_1, l_2, l_3 en fonction de l, f, h, et si on élimine f et h entre elles, on en tire pour la valeur du pendule simple qui bat la seconde

$$\frac{l}{t^2} = \frac{b_1 b_3 (b_3 - b_1)(t^2 - t_2^2) - b_1 b_2 (b_2 - b_1)(t^2 - t_3^2) - b_2 b_3 (b_3 - b_2)(t^2 - t_1^2)}{b_1 b_3 (l_1^2 - l_3^2)(t^2 - t_2^2) - b_1 b_2 (l_1^2 - l_2^2)(t^2 - t_3^2) - b_2 b_3 (l_2^2 - l_3^2)(t^2 - t_1^2)}.$$

En multipliant cette valeur par le carré du rapport de la circonférence au diamètre, on obtiendra la vitesse g, que les corps pesants acquièrent en tombant dans le vide, pendant une unité de temps.

Dans le cas particulier où l'on aurait

$$b_2 = 2\,b_1\,, \qquad b_3 = 3\,b_1$$

la formule générale qui donne g se réduirait à

$$g = 2\,\pi^2 b_1 \frac{3\,(t_1^2 - t_2^2) - (t^2 - t_3^2)}{(t^2 - t_3^2)\,(t_1^2 - t_2^2) - 3\,(t^2 - t_1^2)\,(t_2^2 - t_3^2)}\,.$$

SULL'AVORIO CHE SI ADOPRA NELLE ARTI; STUDI DEL DOTTOR PIETRO MARCHI.

Una delle sostanze organiche molto adoperata nelle arti, è l'avorio. Si conosce in commercio l'avorio animale o avorio propriamente detto, e l'avorio vegetale. Il primo ci vien fornito dai denti che si sviluppano nell'osso incisivo della mascella superiore dell'elefante, chiamati comunemente zanne o difese, dai denti incisivi e specialmente dai canini della mascella inferiore dell'ippopotamo, da quelli della mascella superiore di una specie di foca (*Trichecus rosmarus*, o *Vacca marina*) e finalmente dal dente-difesa di un cetaceo vicino ai delfini (*Monodon monoceros* o *Narvallo*). Il secondo altro non è che l'inviluppo del seme di una palma che i botanici appellano *Phythelephas macrocarpa*. La natura però dell'avorio vegetale, la sua struttura che di poco differisce dall'albume del seme di altre piante, non permette che si confonda questa sostanza coll'avorio propriamente detto o animale, quantunque alcuni fisici caratteri, come la bianchezza, la durezza, la compattezza possono a primo aspetto ravvicinarnelo e farlo impiegare in egual modo per la lavorazione di alcuni oggetti di ornamento. Mi basta perciò di averne accennata la esistenza, a causa dell'uso di una eguale denominazione.

Fra gli avori degli animali sopra indicati, l'avorio dell'elefante è quello che viene in maggior quantità nel com-

mercio, e che per le maggiori sue dimensioni è più usitato nelle arti. Se a questa circostanza si aggiunga pure che il pulimento di cui è capace lo rende superiore per tal rapporto agli altri avorii, ben si comprenderà come a preferenza di quelli l' avorio di questo pachiderma meriti le più accurate ricerche.

L' avorio delle difese dell' elefante affricano è stimato maggiormente di quello dell' elefante delle Indie, perchè più duro, di una grana più serrata, e perchè il maggior volume delle sue difese ne somministra una maggior quantità. Non è raro infatti di trovare delle difese di elefante affricano che sorpassano in lunghezza metri 2, e perfino 2m,25 e nel loro diametro alla base 0m,15 a 0m,20. Queste dimensioni però sono raggiunte solo dal maschio, poichè la femmina nelle due specie ha le difese generalmente assai piccole. Difese formate di avorio analogo a quello dell' elefante vivente guarnivano la bocca di altri grossi pachidermi in un periodo della storia della terra precedente all' attuale; di queste però non è qui luogo a parlare, perchè trovandosi soltanto fossilizzate nel terreno e diminuita notevolissimamente la parte organica, non possono più servire agli usi nei quali è impiegato il comune avorio. Di questa specie sono le zanne del mastodonte, del mammouth, nel quale esse raggiungono financo l' enorme lunghezza di metri 4,50.

Caratteri fisici. — L' avorio in generale, quantunque sia della medesima natura delle ossa, pure se ne distingue per la sua durezza e compattezza, e particolarmente per la sua tessitura. Osservando la superficie di una sezione trasversale di un dente-zanna di elefante, si vede subito una differenza nella bianchezza dell' avorio, confrontando la parte centrale colla periferica. Nella parte centrale o assile del dente esiste un piccolissimo foro, che è la continuazione della cavità del dente corrispondente alla papilla o polpa del dente medesimo, sulla quale la cavità stessa è modellata.

Intorno a questo piccolissimo foro l' avorio forma un piccolo disco, che è di una bianchezza considerevole ed è limitato da un cerchio finissimo di un bianco più opaco. Una

serie di cerchi sempre più grandi e di un bianco-opaco ancor più manifesto ne circonda il primo anzidetto fino alla crosta, la di cui grossezza non oltrepassa ordinariamente i quattro o cinque millimetri. L'avorio che si trova limitato entro questi cerchi è tanto meno trasparente quanto più ci avviciniamo dal centro alla periferia. Oltre questi cerchi concentrici e questa differenza di colorito e di trasparenza nei varii punti di una sezione trasversale di un dente di elefante, si osserva pure la presenza di un numero straordinario di fibre o linee curve fra loro moltissimo ravvicinate, e che vanno dal centro alla periferia in due opposte direzioni. Queste linee intersecandosi fra loro ad angolo retto formano delle piccole losanghe e danno così all'avorio un bell'aspetto finissimamente reticolato, che tanto più si manifesta quanto più la superficie è ridotta ad un perfetto pulimento e lucidità. Se si osserva l'avorio stesso in una sottile sezione verticale, il di cui asse corrisponda a quello del dente, la lamina di avorio così tagliata ci presenta nel mezzo una porzione del medesimo ristretta sì ma però assai trasparente, e nel mezzo di quella l'indizio del canale centrale sopra indicato. La trasparenza centrale va diminuendo gradatamente quanto più ci avviciniamo ai margini laterali della lamina ottenuta colla sezione verticale, ossia in corrispondenza della corteccia. Oltre la parte trasparente che non oltrepassa in media un mezzo centimetro, continuando verso i detti margini laterali si vede una serie di linee longitudinali, con una direzione un poco obliqua sull'asse del dente, e limitanti uno spazio sempre maggiore quanto più se ne osserva una porzione inferiore, quella cioè che corrisponde alla maggior grossezza del dente medesimo. Queste linee sono il profilo dei piani veduti nei cerchi concentrici già descritti nell'esame della sezione orizzontale, che sono tanto maggiori quanto più si va dalla punta verso la base del dente. Avvicinandosi finalmente sempre più verso la periferia, la superficie dell'avorio diviene ancora più opaca, finchè dopo questa un'ultima porzione corrispondente alla scorza riprende nuovamente un colorito bianco decisamente. Oltre queste linee verticali che percorrono nella direzione dell'asse la zanna dell'elefante,

è facile ancora di osservare nella stessa sezione un numero grandissimo di linee orizzontali. Queste a piccolissima distanza l'una dall' altra, minore della metà di un millimetro, percorrono tutta la sostanza dell'avorio dal centro alla periferia, perdendosi finalmente nella sostanza stessa della scorza. Non è raro vedere talvolta nella densità dell' avorio varie lacune o vuote o ripiene da una sostanza completamente formata da sali calcari, o contenenti anche qualche proiettile di arma a fuoco che abbia precedentemente attraversato il dente. In qnesto caso una sostanza ossea riveste talora il proiettile come una ciste, oppure se desso è caduto, un avorio modificato o sole sostanze calcaree durissime riempiono lo spazio vuoto che ivi si era formato. Altre volte esistono delle semplici fessure, o chiuse nella parte centrale del dente o dirette da questa al suo esterno inviluppo, e che probabilmente sono dipendenti da una interruzione passeggiera e morbosa della produzione dell' avorio.

Struttura. — È noto che i denti umani e di alcuni animali, l'elefante compreso, sono formati da una sostanza principale chiamata dagli inglesi dentina e generalmente avorio, non che da altre due sostanze lo smalto e il cemento. Il cemento che in situazione è il più esterno dello smalto, quando esiste ad esso consociato, è meno duro dell'avorio e l'avorio meno duro dello smalto. Ricordate queste fondamentali distinzioni delle parti che costituiscono ordinariamente i denti, vediamo quale sia la struttura delle zanne dell'elefante, e di queste in particolar modo l' avorio.

Leuwenhoek fino dal 1678 aveva già veduto che l'avorio o dentina dei denti umani e di molti mammiferi resultava formato da tanti canaletti che ne percorrevano dall' interno all' esterno la sostanza. Questa osservazione, che aveva fatta anche il nostro Malpighi, formò nuovamente soggetto di accurate ricerche, dal momento che il microscopio fu migliorato, per mezzo del quale Purkinye, Fräenkel, Retzius, Owen arricchirono ai nostri tempi il patrimonio della scienza relativo a questo soggetto di più esatte e più dettagliate conoscenze.

Per studiare il meglio possibile la struttura dell'avorio dell'elefante, ho fatte delle sezioni dell'avorio stesso alcune parallele alla lunghezza dell'asse, altre orizzontali, altre oblique. Nè ho trascurato di esaminare alcune sezioni fatte nella periferia, ed altre fatte nel centro della zanna, per riconoscere se alcune differenze pure esistessero nelle diverse località. Le sezioni che si fanno per tali ricerche debbono essere sottilissime, onde potersi servire anche di forti ingrandimenti. Per ottenere sottilissime queste lamelle le ho prima ridotte alla maggior finezza possibile per mezzo di lime a denti gradatamente più acuti, e quindi sopra varie specie di pietre di grana e compattezza diversa le ho assottigliate ancora più, sottoponendole ad una continuata confricazione. Ho quindi collocato sopra un porta-oggetti le dette sezioni, e le ho poi fatte imbevere o di acqua, o di glicerina, o di vernice di trementina, o di balsamo del Canadà. In questo modo ho potuto avere e in vario grado la desiderata trasparenza del tessuto che voleva esaminare. Però occorre aver cautela che i preparati così fatti non s'imbevano per troppo lungo tempo delle predette sostanze, perchè altrimenti si corre il rischio di avere una trasparenza soverchia ed una manchevolezza nei più fini dettagli. Le sezioni trasversali e oblique così preparate mi mostrarono una quantità enorme di canaletti, che percorrevano una sostanza trasparente chiamata generalmente col nome di sostanza fondamentale, e che raggiungevano in media il diametro di circa 0^{mm},0008. Questi medesimi canaletti non tanto nel loro principio verso l'asse del dente quanto verso la periferia, sono più sottili di quelli che si osservano nei denti umani. La distanza di ciascun canaletto dall'altro corrisponde alla grossezza o poco più di 5 o 6 dei detti canali oscillando così dai 4 ai 7 millesimi di millimetro. Questi nel loro tragitto dal centro alla periferia non sono rettilinei ma leggermente ondulati, ed eseguono un numero considerevole di piccole curvature, ed uno molto minore di grandi curvature dirette in alto e in basso, a destra e sinistra, e viceversa. Queste ultime curvature dei canaliculi sono quelle, che nel loro insieme danno all'avorio l'apparenza come di due correnti

che s'incrociano e si tagliano ad angolo retto. In queste curvature rese anche più evidenti da' successivi stati di calcificazione, si formano pure i concentrici anelli che si vedono anche ad occhio nudo nell' avorio dell' elefante.

Osservando ad una medesima altezza l' avorio del centro e della periferia in una sezione trasversale, si vede come i canaletti diminuiscono di ampiezza quanto più si avvicinano alla superficie del dente, e come questi prima si biforcano poi si dividono gradatamente in più sottili ramificazioni, quanto più si allontanano dalla parte assile del dente stesso. Le ultime diramazioni di questi canaletti divengono straordinariamente minute in prossimità della crosta dell'avorio, ossia di quella sostanza che propriamente ha il nome di cemento, e nel quale per la maggior parte non è più dato di seguirle. Osservando il cemento nella medesima sezione trasversale, si mostra fermato al pari delle ossa da una sostanza fondamentale leggermente striata, e da piccole cavità rotondeggianti, di cui il diametro oscilla dai $0^{mm},012$ ai $0^{mm},016$, e da ciascuna delle quali partono, a guisa di una chioma, alcuni canaletti finissimi, che s' intersecano fra loro in prossimità delle loro ultime terminazioni, alcuni dei quali anche si anastomizzano coi canaliculi dell' avorio.

Studiando nell' avorio una sezione parallela all' asse del dente, si vedono le sezioni dei canaletti che assumono una figura più o meno ovale, secondo che questi furono tagliati più o meno obliquamente. Se la sezione è avvenuta in modo esatto perpendicolare all' asse dei canaletti, si mostrano questi come piccoli anelli che appariscono ora chiari ora scuri, ora in parte chiari ora in parte scuri, a seconda della direzione che diamo ai raggi luminosi. Gli anelli corrispondenti alla sezione de' canaletti, attraversati direttamente dalla luce, hanno intorno a sè una distinta ombra, il che ci porta a concludere che i canaletti non sono rivestiti soltanto dalla sostanza fondamentale, ma hanno pure una sostanza differente che ne forma le pareti. La macchia rotonda che si mostra nell' interno di ciascun anello, è l' apertura del canaletto. Se invece di osservare la preparazione traversata dalla luce si osserva allo scuro, non illuminata cioè dal prisma o

dallo specchio, gli anelli neri corrispondenti alle sezioni dei canaletti appariscono bianchi.

Nei canali anche i più larghi è impossibile che penetri il sangue proveniente dalla polpa del dente, ossia dalla papilla sulla quale esso è impiantato, poichè il loro diametro è come sopra ho detto così piccolo, che non raggiunge l'ampiezza di un globulo di sangue. È però probabile che simile ai canaletti delle ossa i canaletti dell'avorio possano assorbire materiali nutritivi dalla superficie vascolare sulla quale sono i denti impiantati, forse anche per mezzo del sottilissimo canale centrale situato nell'asse del dente. Quel che è certo però si è che nei canaletti è contenuta una materia inorganica per lo più sali di calce e di magnesia che sparisce se il preparato è situato in un acido allungato l'idroclorico specialmente. I canaletti però e le loro sezioni si mantengono tuttavia visibili, quantunque sia grandissima la trasparenza delle lamelle prive dei sali calcarei che erano immedesimati colla sostanza organica. Oltre questi canali si osservano nell' avorio o dentina gli spazi intermedii fra i canali, occupati da piccoli punti bianchi angolosi e di varia grandezza. Questi formano le cellule calcaree che sono maggiormente accumulate nelle parallele piegature dei canali più volte ricordati.

L'esistenza e la disposizione de'canaletti, non tanto nelle sezioni trasverse che verticali dell' avorio dell' elefante, trova analogo riscontro con leggiere modificazioni in quelle dell'ippopotamo. Nell' avorio dello ippopotamo, i canaletti non sono così ravvicinati l' uno all'altro come nell' elefante essendovi la distanza che oscilla dai sette ai dieci millesimi di millimetro. Il diametro dei medesimi, quantnnque leggermente maggiore, di poco differisce da quello che per l'elefante ho precedentemente indicati. Mentre poi il loro tragitto è al pari che in quelli leggermente ondulato, i canaliculi del dente dell' ippopotamo fanno una quantità di curve parallele che non sono però ravvicinate e regolarmente disposte come nell'avorio dell'elefante. Questi canaletti sono al solito situati in una sostanza fondamentale, nella quale però si trovano sparse in minor quantità che

nell'avorio dell'elefante delle piccole cellule ossee ripiene di una materia inorganica, e che formano i concentrici anelli nelle curve dei canaletti sopra indicati. Questi anelli concentrici non sono però così marcati e così regolari come nell'avorio dello elefante. Analogo per la struttura a quello dell'elefante è il cemento dei denti dell'ippopotamo solo che le cellule calcaree vi si accumulano in tal quantità da formare uno strato assai spesso e denso fra le ultime diramazioni dell'avorio e nella sostanza stessa del comento. L'ampiezza delle cavità ossee del cemento di forma un poco allungata e provviste come nell'elefante delle solite ramificazioni, è quasi $0^{mm},008$. Facendo le stesse ricerche sull'avorio dei denti canini del *Trichecus rosmarus*, ho potuto osservare che i canaletti hanno all'incirca il diametro di $0^{mm},0012$, sono leggermente ondulati e distanti l'uno dall'altro quasi regolarmente di $0^{mm},006$. Ciascuno verso la estremità esterna termina con molte ramificazioni di una considerevolissima sottigliezza. Ciò che è degno di essere notato sono le grosse cellule osseo-calcaree, che, ad eccezione della esterna porzione della parte alveolare del dente dappertutto sono sparse fra i canaletti.

Una singolarità finalmente nella struttura dei denti canini della vacca marina, o *Trichecus rosmarus*, si è la interruzione frequente dei canaliculi dell'avorio per dar luogo a dei noccioletti più o meno grandi di sali calcarei gli uni agli altri avvicinati, ed aventi nel centro dei globuli scuri conglomerati. Questa disposizione era conosciuta anche da G. Cuvier, che aveva paragonata l'apparenza di questi denti ad una specie di roccia che i mineralogisti chiamano col nome di pudinga. Il cemento è costituito in un modo analogo a quello degli altri denti. Le cavità ossee per lo più arrotondate, dalle quali partono le solite ramificazioni hanno il diametro circa di $0^{mm},008$ a $0^{mm},010$. Nel narvallo si osserva presso a poco la medesima struttura dell'avorio, formato cioè di canaletti e di cellule osseo-calcaree. I primi sono leggermente ondulati, e si dirigono dal centro alla periferia come tanti raggi, senza descrivere le grandi e piccole curve come i canaliculi dell'avorio dell'elefante e del-

l'ippopotamo. Il loro diametro è $0^{mm},0009$ e la distanza dell'uno dall'altro è circa $0^{mm},005$ verso la parte media del loro tragitto. Niente di speciale presenta il cemento, le cavità un poco ovali del quale hanno il diametro di $0^{mm},010$ a $0^{mm},012$.

Costituzione chimica — Veduta la disposizione dei canaletti e delle cellule calcaree nella sostanza fondamentale dell' avorio, veduta pure la differenza fra esso ed il cemento, occorreva, per darsi ragione di alcune tecniche applicazioni, conoscere con esattezza la composizione chimica del medesimo nella parte periferica a confronto della centrale nella estremità libera del dente a confronto della estremità che è più vicina alla papilla. Queste ricerche sull'avorio dell'elefante e dell'ippopotamo furono eseguite dal valente chimico professor Pietro Stefanelli, nel laboratorio della Scuola tecnica fiorentina. Esse hanno dato i seguenti resultati:

Avorio d'ippopotamo.

	Periferia	*Centro*
Acqua	12,098	12,313
Materie organiche	27,676	26,829
Fosfato di calce e fosfato di magnesia .	58,159	57,761
Carbonato di calce.	1,838	2,839
Silice	0,229	0,258
	100,000	100,000

Avorio di elefante.

	Presso la base della zanna	Parte media della zanna		A 10 centim. dalla punta della zanna
		Periferia	*Centro*	
Acqua	12,218	13,023	14,129	13,311
Materie organiche. . .	33,582	33,407	32,331	32,536
Fosfato di calce e di magn.	51,799	52,186	51,090	50,286
Carbonato di calce . .	2,083	1,215	2,205	3,411
Silice	0,318	0,169	0,245	0,456
	100,000	100,000	100,000	100,000

In seguito alla conoscenza dei fisici, dei microscopici, dei chimici caratteri dell' avorio animale e specialmente di quello delle zanne dell' elefante, non è difficile trovare la spiegazione di alcuni precetti e cautele nell' uso di questa sostanza a seconda di certi determinati lavori.

Resulta infatti evidente come non sia vantaggioso in molti casi l' adoperare delle sottili lamine verticali, che abbiano nella loro metà il canale centrale sopra descritto benchè sottilissimo, o quella parte più bianca che lo circonda. La maggior dose di carbonato di calce e di silice ivi contenuta, rende per la diminuita elasticità fragilissima in questo punto la lamina. Non si adoprerà pure per dette lamine la scorza e il cemento, la nota struttura del quale ci darà ragione del perchè esso non abbia nè la consistenza nè la elasticità dell' avorio. La quantità maggiore del detto carbonato di calce e della silice accumulati verso il centro del dente dell' elefante a confronto della periferia, e quindi il diverso grado di compattezza e di elasticità fra l' avorio di queste due località, è sufficiente conoscenza per spiegare come non possano essere bene equilibrati dei corpi sferici (per es. le palle da biliardo) che non sono stati fatti completamente coll' avorio del centro del dente.

Nota.

La importazione delle zanne di elefante in Inghilterra nel 1840-41 fu di 5,556 *Centi,* dei quali furon ritenuti per l'uso 4520. Medio peso dei denti 60 libbre, sicchè

Numero dei denti 10,372

che suppongono almeno l'uccisione di 5186 maschi. I luoghi di esportazione dei denti di elefante sono le coste orientali e occidentali di Affrica, il Capo di Buona Speranza, Ceylan, le Indie, la penisola di Malacca.

Nel 1840 vennero d'Affrica	1,933 *Centi.*
Dal Capo	97
India, Ceylan e altri luoghi	2,428

Il mercato della China è fornito da Malacca, Siam, Sumatra. L'avorio è impiegato in Inghilterra a far manichi di coltello, strumenti di musica e di matematica, palle da biliardo, tavolette da miniatura, ec.

I più belli articoli si fanno a Dieppe, ma nessun altro popolo lavora l'avorio come il chinese.

Prezzi dell'avorio in Inghilterra compreso il dazio.

Denti		libbre		L. St.
Denti prima qualità		libbre 69 a 90	L. St.	25 a 31
Seconda	»	56 a 60	»	23 a 24
Terza	»	38 a 65	»	21 a 24
Quarta	»	28 a 37	»	20 a 22
Quinta	»	18 a 27	»	19 a 21.

M. Culloch's *Commercial Dictionary*, 1850, art. Ivory.

SULLE COMBINAZIONI DELLA LITINA CON GLI ACIDI TARTARICI;

PER ARCANGELO SCACCHI.

Con questa nota mi propongo esporre il sunto dei fatti fin ora meglio assicurati sulle combinazioni della litina con gli acidi tartarici, riserbandomi di presentare un lavoro più esteso corredato di figure cristallografiche quando mi sarò assicurato della composizione chimica di alcune specie di cristalli non ancora avuti in quantità sufficiente per poterli analizzare.

Per quanto è a mia notizia le sole combinazioni della litina con gli acidi tartarici fino al presente conosciute sono il tartrato ed il bitartrato. Dei medesimi non farò parola, dappoichè il primo non mi ha presentato alcun segno di cristallizzazione, ed il secondo l'ho soltanto ottenuto in forma di filetti nei quali non mi è stato possibile definire alcun carattere geometrico.

Tartrato litico-potassico, e litico-ammonico. Il tartrato di litina, al pari del tartrato di soda, combinandosi col tartrato potassico o col tartrato ammonico, dà origine a due specie isomorfe la cui composizione è rappresentata dalle formole $C^8H^4LiKaO^{12},2HO$ e $C^8H^4Li(AzH^4)O^{12},2HO$. Esse quindi appartengono ad un tipo di composizione diverso da quello del sale di Seignette, contenendo soltanto due proporzionali di acqua in luogo di otto. Entrambe le specie sono di facile cristallizzazione, non facili ad alterarsi esposte all'aria libera, ed i cristalli della specie ammoniacale sogliono essere nitidissimi. Le loro forme si riferiscono al sistema trimetrico ortogonale, come i cristalli del sale di Seignette, ai quali somigliano pure per la disposizione delle facce. Nondimeno se ne differenziano notevolmente per la proporzione degli assi.

Tartrato litico-potassico, $a : b : c = 1 : 1,2331 : 2,2962$

Tartrato litico-ammonico. $a : b : c = 1 : 1,2247 : 2,2708$

Le facce in entrambe le specie rinvenute sono A 100, C 001, *e* 110, *u* 011, *v* 012, *n* 111.

Paratartrati.

Assai svariate sono le combinazioni della litina con l' acido paratartrico. Le soluzioni di paratartrato neutro di litina con la spontanea evaporazione alla temperatura tra 15° e 20° sogliono depositare cristalli alcuni monoclini, altri triclini; i primi con tre equivalenti di acqua, i secondi con due equivalenti. A temperature più basse si hanno soltanto cristalli con 3 HO, ed a temperature più alte, sino a circa 50° si ottiene soltanto la specie con 2 HO. Ad un grado di calore maggiore si hanno minutissimi cristalli la cui forma non ho potuto fin ora definire e che non contengono acqua.

Paratartrato di litina con tre proporzionali di acqua. $C^4H^2LiO^6, 3HO$. Cristalli monoclini. *a* sopra $b = 119°2'$; $a : b : c = 1 : 0,9910 : 0,6495$. Vi ho trovato le seguenti facce: A 100, B 010, *e* $3\bar{1}0$, *f* $3\bar{2}0$, *k* 305, *u* 011, *m* $3\bar{2}3$, *n* $7\bar{6}6$, *p* $2\bar{4}1$, *q* 683.

Cristalli talvolta gemini, asse di rivoluzione perpendicolare alla faccia B.

Questi cristalli sono notevoli per le loro trasformazioni variabili secondo le condizioni in cui si rattrovano. Estratti dal liquore, essi durano per qualche giorno senza patire alterazione sensibile, sia tenendoli esposti all' aria libera, sia chiudendoli ermeticamente in boccia con tappo smerigliato. Dopo alquanti giorni i cristalli tenuti all' aperto si appannano ed a lungo andare finiscono col divenire anidri, conservando tuttavia la loro forma primitiva. Questa trasformazione è tanto più rapida per quanto più secca è l' aria ambiente e per quanto più alta è la sua temperie. Una quantità determinata dei medesimi cristalli l' ho trovata dopo quarantadue giorni diminuita in peso di circa ventitrè centesimi; e siccome non contengono più di 25,11 per cento di acqua, credo non vi sia alcun dubbio che la specie di composto in cui sono capaci di trasformarsi nelle condizioni più favorevoli di aria rinnovata sia appunto il paratartrato anidro.

I cristalli poi che si conservano in boccia chiusa, trascorsi pochi giorni, si veggono bagnati; la loro forma il più delle volte non è più riconoscibile, e si trasformano in minuti cristalli triclini che contengono soltanto due proporzionali di acqua.

Paratartrato litico con due proporzionali di acqua. $C^4H^2LiO^6,2HO$. Cristalli triclini. *a* sopra *b* = 134°58′, *a* sopra *c* = 58°40′, *b* sopra *c* = 131°48′; *a* : *b* : *c* = 1 : 1,2082 : 0,7018. Le facce in essi osservate sono le seguenti: A 100, B 010, C 001, *e* $2\bar{1}0$, *f* $1\bar{1}0$, *u* 011, *v* 012, *m* $2\bar{3}\bar{1}$, *s* $2\bar{2}\bar{1}$, *n* $2\bar{1}\bar{1}$.

I cristalli di questa specie sono inalterabili all' aria. In quelli ottenuti dal metamorfismo della specie con tre equivalenti di acqua ho osservato tutte le facce qui riportate, ed essi non sono rampollanti. Nei cristalli depositati dalle soluzioni del sale ho trovato soltanto le facce A, B, C, *n*, *e*, *v*, ed in essi le facce B sono stranamente rampollanti.

Paratartrato litico anidro. $C^4H^2LiO^6$. Esponendo le soluzioni di paratartrato neutro di litina a temperature maggiori di 50°, si deposita questa specie sulle pareti del cristallizzatoio e sulla superficie del liquore in forma di croste formate di tubercoletti i quali osservate con lente d' ingrandimento si veggono essi stessi composti dall' aggruppamento di minuti cristalli. Anche a temperature più basse di 50° sino a circa 40° si ottengono i tubercoletti del sale anidro; ma nel medesimo tempo si depositano altresì i cristalli triclini della specie con due proporzionali di acqua.

Paratartrato acido di litina. $C^8H^5LiO^{12},2HO$. Dalle soluzioni acide di paratartrato litico d' ordinario si depositano certi grumetti bianchissimi facili a disfarsi col semplice movimento del liquore. Essi somigliano al tartrato neutro di litina non presentano alcun segno di cristallizzazione nemmeno nella tessitura e della loro chimica composizione non mi sono occupato. In favorevoli condizioni, oltre i riferiti grumetti, si hanno certe concrezioni sferiche formate di minuti cristalli composti di paratartrato acido di litina con due proporzionali di acqua. La loro forma cristallina non si è potuto ancora determinare.

Paratartrato litico-potassico e litico-ammonico. $C^8H^4LiKaO^{12}$, $2HO$; e $C^8H^4Li(AzH^4)O^{12}$, $2HO$. Cristalli monoclini. *a* sopra *b* nella specie con potassa = 115°32′, nella specie ammoniacale = 115°1′; *a* : *b* : *c* nella specie con potassa = 1 : 1,9172 : 1,0194, nella specie ammoniacale = 1 : 1,9107 : 0,9971.

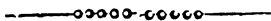
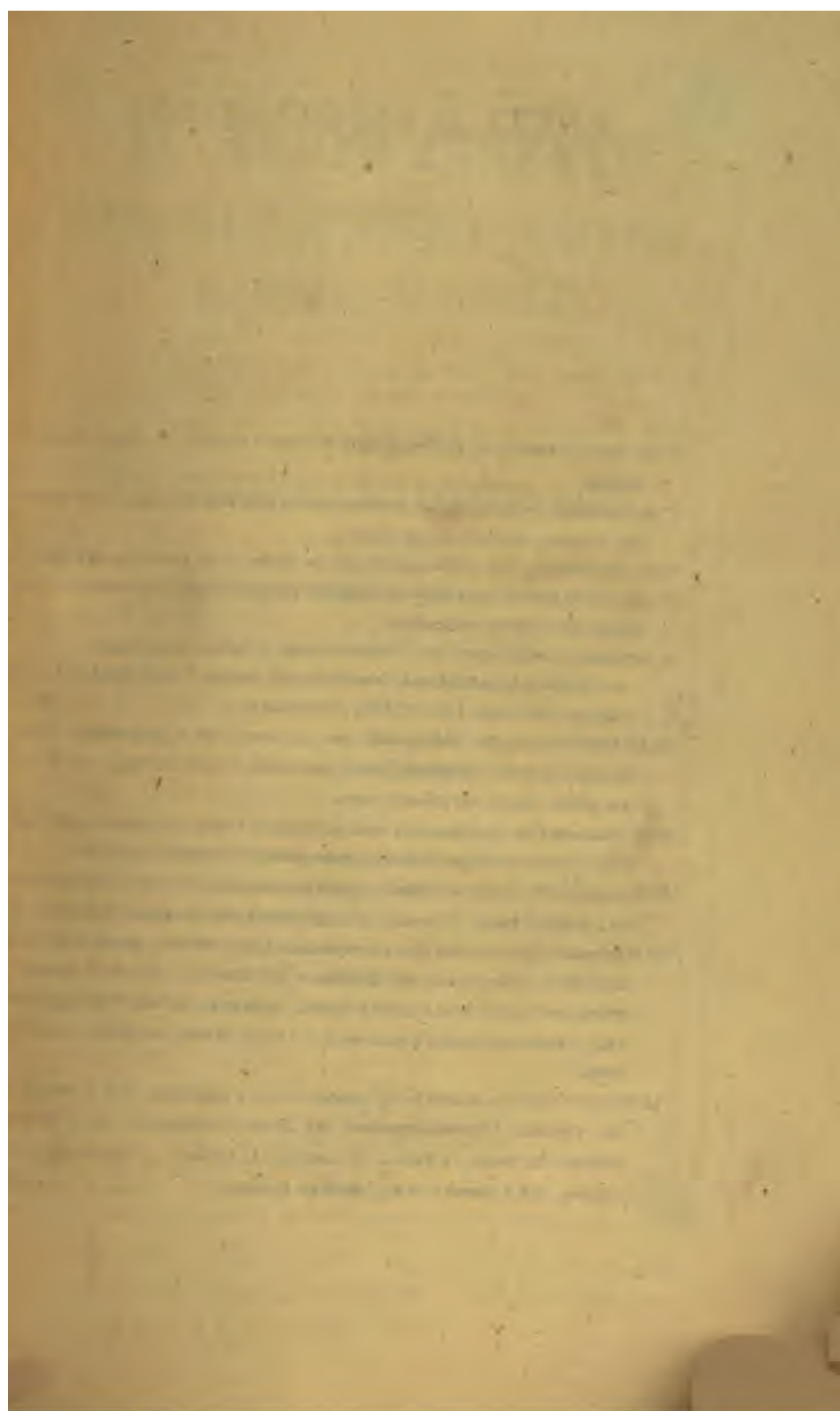
Nei cristalli del sale potassico si è trovato l' asse *c* alquanto maggiore dell' asse *a*, ed in quelli del sale ammonico si è trovato alquanto minore. Il calcolo dal quale si deduce il rapporto

degli assi, essendo fondato sulle misure goniometriche, le quali per la poliedria delle facce non si possono considerare del tutto sicure e costanti, nemmeno questo risultamento trovato nel rapporto degli assi *a* e *c* può aversi come un fatto caratteristico e distintivo delle due specie di composti nelle proporzioni appunto innanzi riferite. Nondimeno è notevole che prendendo il rapporto trovato in ciascuna specie, o anche più esattamente prendendo il rapporto medio delle due specie, l' asse *c* può considerarsi eguale all' asse *a*.

Facce osservate; A 100, B 010, C 001, *e* 110, *k* 031, *l* 011, *n* 111, *p* $1\bar{1}1$, *s* 211, *q* $2\bar{1}1$, *r* $\bar{1}22$, *m* $\bar{1}31$, *t* $\bar{2}21$. Di tutte queste facce le più frequenti sono B, *k*, *l*, *m*, *n*, *p*; le altre si incontrano di raro.

I cristalli che si depositano lentamente dalle soluzioni meno concentrate sogliono essere semplici. Dalle soluzioni più concentrate si hanno quasi tutti gemini con l' asse di rivoluzione perpendicolare alla faccia B. Essendo questi d' ordinario aggruppati insieme, sono sempre impiantati per la estremità ove le facce A si dovrebbero congiungere con angolo diedro rientrante, mentre nella estremità libera si veggono le facce A incontrarsi con angolo promiuente e le facce *p* con angolo rientrante. Talvolta ho osservato i cristalli gemini solitarii poggiati sul fondo del cristallizzatoio per le facce B, che sogliono essere di tutte le più grandi; ed allora essendo libere entrambe le estremità opposte, le ho osservate entrambe terminate dalle facce A che formano angolo prominente e dalle facce *p* congiunte con angoli diedri rientranti. Val quanto dire che si hanno cristalli i quali vanno considerati come formati dall' unione di due cristalli gemini che si congiungono sempre per quella parte ove le facce A formano angolo rientrante.

Più straordinaria è poi la condizione di alcuni cristalli solitarii che mentre da una parte hanno le facce disposte come nei cristalli gemini, nella estremità opposta sono terminati da faccette ollogate come nei cristalli semplici.

Paratartrato litico-sodico. $C^8H^4LiNaO^{12}, 4HO$. Cristalli monoclini, *a* sopra *b* = 131°28′; $a : b : c = 1 : 1{,}3101 : 0{,}5656$. Facce osservate A 100, B 010, *u* 031, *v* 011, *n* $\bar{1}11$.

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16.

Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . . . 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, ossia una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

Le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *L. Ungher* — *Tipografia Pieraccini*, od a Firenze al sig. *Andrea Brouzet*.

IL NUOVO CIMENTO

RNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa
NELL' ANNO 1844
AI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA
E CONTINUATO
DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE e NATURALI
DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXV.

APRILE

(Pubblicato il 30 Aprile 1867)

1867.

PISA
TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

Tavola unita al presente, appartiene all' articolo *vorio che si adopera nelle arti* – del sig. *Pietro Mar-* blicato nel precedente Fascicolo.

INDICE

TEORIA DELLA CAPILLARITA'; DEL PROF. ENRICO BETTI (1).

Equilibrio dei fluidi nei vasi comunicanti.

Consideriamo un vaso composto di tre parti: due braccia cilindriche B e B_1 unite inferiormente da un braccio trasverso C di forma qualunque. Siano S ed S_1 le sezioni fatte nei due cilindri normalmente alle loro generatrici. Il cilindro B contenga i fluidi: $A_1, A_2, \ldots, A_m$, e l' ordine con cui sono disposti andando di alto in basso sia dato dai rispettivi indici; il cilindro B contenga i fluidi: $A_m, A_{m+1}, \ldots, A_{n-1}, A_n$, e l' ordine andando di basso in alto sia quel medesimo in cui sono scritti. Il braccio trasverso C sia ripieno soltanto dal fluido A_m. Finalmente siano $\rho_1, \rho_2, \ldots \rho_n$ le densità rispettive dei flüidi, S_1, S_n le superficie libere dei fluidi A_1 ed A_n, ed $S_{t,t+1}$ la superficie separatrice dei due fluidi A_t, A_{t+1}.

L' equazioni delle superficie:

$$S_1, \quad S_{12}, \quad S_{23}, \quad \ldots . \quad S_{n-1,n}, \quad S_n$$

(1) *Continuazione.* Vedi pag. 81.

dedotte dalle formule (10) e (11), aggiungendo i termini che risultano dalla variabilità dei coefficienti:

$$a_1, \quad a_{12}, \quad a_{23}, \quad \ldots\ldots \quad a_{n-1,n}, \quad a_n$$

in vicinanza delle pareti del vaso, saranno rispettivamente:

$$(14)\quad \begin{cases} c_1 + g\rho_1 z_1 - \dfrac{d(a_1\alpha_1)}{dx} - \dfrac{d(a_1\beta_1)}{dy} = 0, \\[2ex] c_2 - c_1 + g(\rho_2 - \rho_1) z_2 - \dfrac{d(a_{12}\alpha_{12})}{dx} - \dfrac{d(a_{12}\beta_{12})}{dy} = 0, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ c_m - c_{m-1} + g(\rho_m - \rho_{m-1}) z_m - \dfrac{d(a_{m-1,m}\,\alpha_{m-1,m})}{dx} - \dfrac{d(a_{m-1,m}\,\beta_{m-1,m})}{dy} = \end{cases}$$

$$(15)\quad \begin{cases} c_m - c_{m+1} + g(\rho_m - \rho_{m+1}) z_{m+1} - \dfrac{d(a_{m,m+1}\,\alpha_{m,m+1})}{dx} - \dfrac{d(a_{m,m+1}\,\beta_{m,m+1})}{dy} = \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ c_{n-1} - c_n + g(\rho_{n-1} - \rho_n) z_n - \dfrac{d(a_{n-1,n}\,\alpha_{n-1,n})}{dx} - \dfrac{d(a_{n-1,n}\,\beta_{n-1,n})}{dy} = 0, \\[2ex] c_n + g\rho_n z_{n+1} - \dfrac{d(a_n\alpha_n)}{dx} - \dfrac{d(a_n\beta_n)}{dy} = 0, \end{cases}$$

Sommando separatamente l'equazioni (14) e (15), abbiamo:

$$(16)\quad \begin{cases} c_m + g\left(\sum\limits_1^{m-1} \rho_s (z_s - z_{s+1}) + \rho_m z_m\right) = \sum\limits_1^{m}\left(\dfrac{d(\alpha_{s-1,s}\, a_{s-1,s})}{dx} + \dfrac{d(a_{s-1,s}\,\beta_{s-1,s})}{dy}\right) \\[3ex] c_m - g\left(\sum\limits_{m+1}^{n+1} \rho_s (z_s - z_{s+1}) - \rho_m z_{m+1}\right) = \sum\limits_{m+1}^{n+1}\left(\dfrac{d(a_{s-1,s}\,\alpha_{s-1,s})}{dx} + \dfrac{d(a_{s-1,s}\,\beta_{s-1,s})}{dy}\right) \end{cases}$$

dove bisogna porre:

$$a_{01} = a_1 \ , \quad \alpha_{01} = \alpha_1 \ , \quad \beta_{01} = \beta_1 \ ,$$

$$a_{n,n+1} = a_n \ , \quad \alpha_{n,n+1} = \alpha_n \ , \quad \beta_{n,n+1} = \beta_n \ .$$

Ora osserviamo che nelle funzioni $a\alpha$, $a\beta$, si debbono prendere le derivate rapporto ad x ed y, dopo che sia supposto sostituito in esse alla coordinata z il suo valore determinato in funzione di x e di y dalla equazione della superficie. Quindi:

$$\frac{d(a\alpha)}{dx} + \frac{d(a\beta)}{dy} = a\left(\frac{d\alpha}{dx} + \frac{d\beta}{dy} + p\frac{d\alpha}{dz} + q\frac{d\beta}{dz}\right)$$

$$+ \alpha\frac{da}{dx} + \beta\frac{da}{dy} + \frac{da}{dz}(p\alpha + q\beta) \ ;$$

ed essendo:

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \ ,$$

e quindi:

$$\alpha\frac{d\alpha}{dz} + \beta\frac{d\beta}{dz} + \gamma\frac{d\gamma}{dz} = o \ ,$$

si ottiene:

$$p\frac{d\alpha}{dz} + q\frac{d\beta}{dz} = \frac{d\gamma}{dz} \ .$$

Abbiamo inoltre:

$$\gamma = p\alpha + q\beta \ .$$

Onde sostituendo:

$$\frac{d(a\alpha)}{dx} + \frac{d(a\beta)}{dy} = a\left(\frac{d\alpha}{dx} + \frac{d\beta}{dy} + \frac{d\gamma}{dz}\right) + \alpha\frac{da}{dx} + \beta\frac{da}{dy} + \gamma\frac{da}{dz} .$$

e quindi i secondi membri dell' equazioni (16) sono funzioni le quali come ha dimostrato *Cauchy* [1] non mutano per trasformazioni ortogonali delle coordinate. Dunque se prendiamo per origine delle coordinate il punto dove incontra il piano orizzontale delle $x\,y$, la retta parallela alle generatrici del cilindro, che passa per i centri di gravità delle sezioni S, e se trasformiamo ortogonalmente le coordinate prendendo per nuovo asse delle z', la retta che passa per i centri di gravità delle sezioni S, e se denotiamo con λ, μ, ν i coseni degli angoli che la verticale, o primitivo asse delle z, fa con i nuovi assi, avremo:

$$z = \lambda x' + \mu y' + \nu z',$$

e la prima dell' equazioni (16) diverrà:

$$c_m + g \sum_1^{m-1} \rho_s [\lambda (x'_s - x'_{s+1}) + \mu (y'_s - y'_{s+1}) + \nu (z'_s - z'_{s+1})]$$

$$+ g \rho_m (\lambda x'_m + \mu y'_m + \nu z'_m)$$

$$= \sum_1^m \left(\frac{d(a_{s-1,s} \alpha'_{s-1,s})}{dx'} + \frac{d(a_{s-1,s} \beta'_{s-1,s})}{dy'} \right)$$

Moltiplichiamo per $dx'\,dy'$ ed integriamo estendendo l' integrale a tutta l' area della sezione S. Essendo l' origine nel centro di gravità della sezione S, sarà:

$$\iint y'_s \, dx'_s \, dy'_s = o \ , \qquad \iint x'_s \, dx'_s \, dy'_s = o \ ,$$

e quindi denotando con P_1, P_2, ... P_{m-1} i pesi delle masse fluide A_1, A_2, ... A_{m-1} e con P_m il peso della massa fluida A_m contenuta nel cilindro B prolungato sino al primitivo piano orizzontale delle $x\,y$, avremo:

$$c_m S + \nu \sum_1^{m-1} P_s + P_m \nu = l \sum_1^m a^0_{s-1,s} \cos \omega_{s-1,s} ,$$

(1) Cauchy. *Exercices d'Analyse et de Phisique Mathématique*, t. 1. pag. 102.

denotando con $\omega_{s-1,s}$ l' angolo secondo cui la superficie $S_{s-1,s}$ incontra il vaso ed l la lunghezza del perimetro della sezione S.

Analogamente dalla seconda delle equazioni (16) si ricava:

$$c_m S' + \nu' \sum_{m+1}^{n} P_s + \nu' P'_m = l' \sum_{m+1}^{n+1} a^o_{s-1,s} \cos \omega_{s-1,s} .$$

Eliminando c_m si ottiene finalmente:

$$(17) \qquad \frac{\nu}{S} \sum_{1}^{m} P_m - \frac{\nu'}{S'} \sum_{m}^{n} P'_m = \frac{l}{S} \sum_{1}^{m} a^o_{s-1,s} \cos \omega_{s-1,s}$$

$$- \frac{l'}{S'} \sum_{m+1}^{n+1} a^o_{s-1,s} \cos \omega_{s-1,s}$$

Dalla equazione (12) abbiamo, poichè la natura del solido a contatto con tutti i liquidi è la medesima:

$$a^o_{s-1,s} \cos \omega_{s-1,s} + b^o_{s-1} - b^o_s = o ,$$

$$a^o_{s,s+1} \cos \omega_{s,s+1} + b^o_s - b^o_{s+1} = o .$$

Osservammo però che il valore di b^o_s non è lo stesso in queste due equazioni perchè dipende non solo dalla natura del solido e del liquido A_s, ma anche dell' altro liquido che passa per lo stesso contorno. Quindi converrà adottare notazioni differenti, e scriveremo:

$$a^o_{s-1,s} \cos \omega_{s-1,s} + b^s_{s-1} - b_s^{s-1} = o$$

e la equazione (17) diverrà:

$$(18) \qquad \frac{\nu}{S} \sum_{1}^{m} P_s - \frac{\nu'}{S'} \sum_{m}^{n} P'_s = \frac{l}{S} \sum_{1}^{m} (b_s^{s-1} - b^s_{s-1})$$

$$- \frac{l'}{S'} \sum_{m+1}^{n+1} (b_s^{s-1} - b^s_{s-1}) .$$

Se ambedue le sezioni S ed S' sono molto grandi $\frac{l}{S}$ ed $\frac{l'}{S'}$ saranno ambedue quantità trascurabili, e quindi:

$$\frac{\nu}{S}\sum_{1}^{m} P_s = \frac{\nu'}{S'}\sum_{m}^{n} P'_s$$

che è l'equazione dell'ordinario equilibrio idrostatico.

Se avessimo:

$$(19) \qquad b_s^{s-1} = b_s^{s+1} ,$$

come nella teoria di *Laplace* e di *Poisson*, sarebbe:

$$\frac{\nu}{S}\sum_{1}^{m} P_s - \frac{\nu'}{S'}\sum_{m}^{n} P'_s = \frac{l'}{S'} b_m^{m+1} - \frac{l}{S} b_m^{m-1} = b_m\left(\frac{l'}{S'} - \frac{l}{S}\right),$$

cioè la differenza tra l'equilibrio idrostatico e l'equilibrio che si deve avere tenendo conto delle forze di coesione e di adesione dipenderebbe unicamente dal fluido inferiore, cioè la correzione dovuta alla capillarità non dipenderebbe che dal fluido che si trova sotto a tutti gli altri. È noto che *Young* osservò il primo che questo risultato non corrisponde alla realtà, e ne trasse una obiezione alla teorica di *Laplace*, e *Mossotti* (1) pose d'accordo la teorica colla esperienza rigettando la equazione (19). Noi abbiamo già notato le ragioni per le quali questa equazione non debba ammettersi.

Supponiamo ora verticali le due braccia B e B_1, circolari le sezioni S ed S' ed aventi per raggi r ed r' avremo:

$$\nu = 1, \quad \nu' = 1, \quad l = 2\pi r, \quad S = \pi r^2, \quad l' = 2\pi r', \quad S' = \pi r'^2.$$

Onde:

$$\frac{1}{r^2}\sum_{1}^{m} P_s - \frac{1}{r'^2}\sum_{m}^{n} P'_s = \frac{2\pi}{r}\sum_{1}^{m}(b^s{}_{s-1} - b_s{}^{s-1}) - \frac{2\pi}{r'}\sum_{m+1}^{n+1}(b^s{}_{s-1} - b_s{}^{s-1}).$$

(1) R. Taylor. *Scientific Memoirs*. Vol. III.

Denotiamo con h_s l' altezza media del fluido A_s nel braccio B, e con h_s' quella del fluido A_s nel braccio B', avremo:

$$P_s = \pi r^2 h_s \rho_s g$$

$$P'_s = \pi r'^2 h'_s \rho_s g$$

onde:

$$\sum_1^m h_s \rho_s - \sum_m^n h'_s \rho_s = \frac{2}{gr} \sum_1^m (b^s_{s-1} - b_s^{s-1}) - \frac{2}{gr'} \sum_{m+1}^{n+1} (b^s_{s-1} - b_s^{s-1}).$$

Se r' è molto grande rispetto ad r, avremo:

$$\sum_1^m h_s \rho_s - \sum_m^n h'_s \rho_s = \frac{2}{gr} \sum_1^m (b^s_{s-1} - b_s^{s-1}).$$

Se avessimo un liquido solo si avrebbe:

$$h_1 - h'_1 = - \frac{2}{g\rho r} b_1^0$$

ossia la differenza di livello sarebbe in ragione inversa del diametro del tubo.

7.

Equilibrio di un galleggiante.

Supponiamo un corpo K di forma qualunque galleggiante in mezzo a due fluidi A_1 e A_2 contenuti in un vaso B, in modo che la parte inferiore di K sia immersa nel fluido A_2, la superiore nel fluido A_1.

Sia t_1 la superficie di K a contatto con A_1, t_2 la superficie di K a contatto con A_2; S la superficie separatrice di A_1 e A_2; V, V_1, V_2 gli spazi rispettivamente occupati da K, A_1 ed A_2; ρ, ρ_1, ρ_2 le rispettive densità di questi corpi.

Per l'equilibrio basterà che si annulli la variazione del Potenziale che in questo caso sarà:

$$(20)\quad g\int_V \rho z\, dv + \int_{V_1}(g\rho z_1 + c_1)\, dv + \int_{V_2}(g\rho z_2 + c_2)\, dv + \int_S a\, ds$$
$$+ \int_{t_1} b_1\, ds + \int_{t_2} b_2\, ds + \int_{\tau_1} c_1\, ds + \int_{\tau_2} c_2\, ds$$

dove τ_1 e τ_2 denotano le parti delle pareti del vaso a contatto rispettivamente con A_1 ed A_2.

Poichè il corpo K è mobile, le variazioni da considerarsi nei punti dei due fluidi in parte sono arbitrarie e variabili comunque da un punto a un altro, e in parte derivano dal moto del corpo solido K, e quindi le variazioni delle loro coordinate hanno la forma data dalla Meccanica per i corpi rigidi [1]:

$$(21)\quad \begin{aligned} \delta x &= \delta\varepsilon_1 + [(z - \zeta)\lambda_2 - (y - \eta)\lambda_3]\,\delta\phi\,, \\ \delta y &= \delta\varepsilon_2 + [(x - \xi)\lambda_3 - (z - \zeta)\lambda_1]\,\delta\phi\,, \\ \delta z &= \delta\varepsilon_3 + [(y - \eta)\lambda_1 - (x - \xi)\lambda_2]\,\delta\phi\,. \end{aligned}$$

Se le pareti del vaso sono abbastanza lontane dal galleggiante le variazioni in tutti i punti della superficie S fuori che nella linea d'intersezione colla superficie K, sono arbitrarie. Sopra questa linea e sulla superficie di K sono in parte arbitrarie in parte della forma (21). Ponendo a zero la prima parte della variazione, cioè quella arbitraria, si ottengono come nei numeri (5) e (6) la equazione della superficie S e gli angoli che essa deve fare colle pareti del vaso e del galleggiante. Rimane a considerare solo la seconda parte nella quale le variazioni delle coordinate hanno la

(1) Vedi Mossotti, *Lezioni di Meccanica razionale*. Lez. 23.

forma (21), e che risulta dai soli primi quattro integrali del Potenziale (20).

Ponendo:

$$\delta r = \delta x^2 + \delta y^2 + d z^2 ,$$

avremo dunque:

$$(22) \quad g \int\limits_{t_1+t_2} \rho z \, ds \, \delta r \cos (r\, N) + \int\limits_{t_1} (g \rho_1 z_1 + c_1) \, ds \, \delta r \cos (r\, N)$$

$$+ \int\limits_{t_2} (g \rho_2 z_2 + c_2) \, ds \, \delta r \cos (r\, N) + \int_0^l a^0 \, d\sigma \, \delta r \cos (r\, T) = o ,$$

denotando con l la lunghezza della linea σ intersezione della superficie S colla superficie di K, con N la direzione della normale alla superficie di K e con T la direzione perpendicolare alla tangente al contorno σ, e alla normale alla superficie S nel punto che si considera.

Ora imaginiamo l' interno del corpo galleggiante ripieno del liquido A_2 nella sua parte inferiore fino al contorno σ, e del liquido A_1 nella sua parte superiore, e supponiamo che la superficie separatrice dei due liquidi ideati così nell' interno di K sia la superficie di capillarità cioè sia determinata dalla equazione:

$$(23) \quad c_2 - c_1 + g\,(\rho_2 - \rho_1)\, z - \frac{d\,(a\,\alpha)}{d\,x} - \frac{d\,(a\,\beta)}{d\,y} = o ,$$

e dalla condizione che l' angolo che essa fa al contorno σ colla superficie di K sia eguale a quello che fa colla stessa superficie la superficie S, cioè supponiamo che sia la continuazione di S nell' interno di K.

Denotando con S' questa superficie è chiaro che gli spostamenti della forma (21) dati a tutti i punti di K renderanno nulla la variazione dell' integrale:

$$\int\limits_{S'} a \, d s \, .$$

Quindi per la formula (7):

$$\int_0^1 a^0 \delta r \cos(r\,\mathrm{T})\, d\sigma = \int_{s'} \delta r \cos(r\,\mathrm{N})\, ds \left(\frac{d\,(a\,\alpha)}{dx} + \frac{d\,(a\,\beta)}{dy}\right),$$

ed a cagione della equazione (23)

$$\int_0^1 a^0 \delta r \cos(r\,\mathrm{T})\, d\sigma = \int_{s'} [c_2 - c_1 + g\,(\rho_2 - \rho_1)\, z]\, ds\, \delta r \cos(r\,\mathrm{N});$$

e sostituendo nella equazione (22):

$$(24) \quad g \int_{t_1+t_2} \rho z\, ds\, \delta r \cos(r\,\mathrm{N}) - \int_{s'+t_1} (g\,\rho_1\, z_1 + c_1)\, ds\, \delta r \cos(r\,\mathrm{N})$$

$$\int_{s'+t_2} (g\,\rho_2\, z_2 + c_2)\, ds\, \delta r \cos(r\,\mathrm{N}) = o\,.$$

Ora supponiamo $\delta\phi = o$, e quindi δr costante, denotiamo con V'_1 e V'_2 gli spazi occupati nell' interno di K dai due fluidi che vi abbiamo imaginati, ed osserviamo che si ha:

$$\int_{s'+t_1} ds \cos(r\,\mathrm{N}) = o\,,$$

$$\int_{s'+t_2} ds \cos(r\,\mathrm{N}) = o\,.$$

Avremo:

$$g\,\rho\,\mathrm{V} = g\,\rho_1\,\mathrm{V}'_1 + g\,\rho_2\,\mathrm{V}'_2\,.$$

Onde il seguente teorema:

Se un corpo galleggia nel limite di due fluidi, e la superficie separatrice di questi, di qualunque forma ella sia, s' imagina continuata nell' interno del corpo galleggiante colla stessa legge con cui è formata all' esterno; il peso del corpo galleggiante sarà eguale ai pesi dei volumi di quel corpo situati superiormente e inferiormente alla superficie separatrice, supposti ripieni del fluido nel quale sono immersi.

Questa generalizzazione del principio di Archimede è dovuta al sig. *Paolo Du Bois-Reymond.*

Prendiamo ora nelle equazioni (21) non più $\delta\phi = o$, ma invece soltanto:

$$\delta\varepsilon_1 = \delta\varepsilon_2 = \delta\varepsilon_3 = o$$

avremo:

$$\delta r \cos(r\,N) = \alpha\,\delta x + \rho\,\delta y + \gamma\,\delta z$$

$$(25)\quad = \delta\phi\,\lambda_1[(y-\eta)\gamma - (z-\zeta)\beta] + \lambda_2[\alpha(z-\zeta) - (x-\xi)\gamma]$$

$$+ \lambda_3[\beta(x-\xi) - (y-\eta)\alpha]\,.$$

Denotiamo con X, Y, Z le coordinate del centro di gravità del volume V, con X_1, Y_1, Z_1 quelle del centro di gravità di V_1, con X_2, Y_2, Z_2 quelle del centro di gravità di V'_1, avremo:

$$(26)\left\{\begin{array}{l}
V\,X = \int\limits_{t_1+t_2} z\,x\,\gamma\,ds\,,\ V\,Y = \int\limits_{t_1+t_2} zy\,\gamma\,ds,\ o = \int\limits_{t_1+t_2} z^2\alpha\,ds,\ o = \int\limits_{t_1+t_2} z^2\beta\,ds \\
V'_1X_1 = \int\limits_{s_1+t_2} z\,x\,\gamma\,ds\,,\ V'_1\,Y_1 = \int\limits_{s_1+t_2} zy\,\gamma\,ds,\ o = \int\limits_{s_1+t_2} z^2\alpha\,ds,\ o = \int\limits_{s_1+t_2} z^2\beta\,ds \\
V'_2X_2 = \int\limits_{s'+t_2} z\,x\gamma\,ds\,,\ V'_2\,Y_2 = \int\limits_{s'+t_2} zy\gamma\,ds,\ o = \int\limits_{s'+t_2} z^2\alpha\,ds,\ o = \int\limits_{s'+t_2} z^2\beta\,ds
\end{array}\right.$$

Sostituendo nella equazione (24) il valore (25), ponendo a zero separatamente i coefficienti di ξ, η, ζ, e di λ_1, λ_2, λ_3, e riducendo colle formule (26) si ottiene:

$$\rho X V = \rho_1 X_1 V'_1 + \rho_2 X_2 V'_2$$

$$\rho Y V = \rho_1 X_1 V'_1 + \rho_2 Y_2 V'_2$$

e abbiamo inoltre:

$$\rho V = \rho_1 V'_1 + \rho_2 V'_2 .$$

Abbiamo anche:

$$X V = X_1 V'_1 + X_2 V'_2$$

$$Y V = Y_1 V'_2 + Y_2 V'_2$$

$$V = V'_1 + V'_2 .$$

Onde:

$$\rho_1 V'_1 (X - X_1) + \rho_2 V'_2 (X - X_2) = o$$

$$\rho_1 V'_1 (X - X_1) + V'_2 (X - X_2) = o$$

$$\rho_1 V_1 (Y - Y_1) + \rho_2 V'_2 (Y - Y_2) = o$$

$$V'_1 (Y - Y_1) + V'_2 (Y - Y_2) = o$$

e quindi:

$$X = X_1 = X_2 ,$$

$$Y = Y_1 = Y_2 ;$$

e si ha il teorema il quale è dovuto al sig. *Paolo Du Bois-Reymond*:

I centri di gravità dei tre volumi V, V'_1 *e* V'_2 *sono sopra una medesima verticale.*

Ambedue questi teoremi sopra i galleggianti come abbiamo veduto sono indipendenti dalle supposizioni che si fanno nelle teoriche di *Laplace* e di *Poisson* rispetto alle quantità denotate con a e con b.

(*continua*)

SUL MODO DI RICAVARE LA VERA ESPRESSIONE DELLE LEGGI DELLA NATURA DALLE CURVE EMPIRICHE; MEMORIA DI G. V. SCHIAPARELLI.

1. Nella Meteorologia, come in quasi tutte le scienze positive pure ed applicate soglionsi spesso rappresentare le leggi osservate della Natura per mezzo di curve esprimenti col loro andamento la relazione che esiste fra due quantità dipendenti l'una dall'altra. Per lo più tali curve sono l'espressione grafica di una serie di esperimenti, di osservazioni o di combinazioni d'osservazioni, e soglionsi denominare *curve empiriche:* esse tengono luogo delle tavole numeriche corrispondenti, da cui furono dedotte, ed hanno su queste il vantaggio di rendere più chiare e più sensibili all'occhio le proprietà delle leggi, che quelle tavole esprimono numericamente. Di questa felice estenzione dell'idea fondamentale della geometria Cartesiana l'uso si fa ognora più frequente con non piccolo vantaggio delle scienze a cui si applica.

2. In questo caso accade sempre, che non si può ottenere direttamente dalla sperienza o dall'osservazione l'intiera curva, ma soltanto un numero finito di punti corrispondenti per lo più ad ascisse equidifferenti. Se ora i procedimenti che han servito a determinarli dassero i risultati delle operazioni della Natura in tutta la loro purezza, o in altri termini, se gli sperimenti e le osservazioni non fossero soggetti ad errori, è manifesto che i punti sopradetti apparterrebbero alla curva esprimente la vera legge: il problema del tracciamento di questa curva in serie

continua di punti sarebbe ridotto ad un semplice processo d'interpolazione, come si usa per le tavole e per le curve rappresentanti delle funzioni analitiche.

3. Ma queste circostanze non hanno mai luogo in pratica. I risultati di sperienza e di osservazione sono sempre affetti da errori dipendenti talora dalla imperfezione dei mezzi adoperati, tal altra da perturbazioni di legge e natura ignota, che mascherano l'andamento regolare e normale dei fenomeni: quest'ultimo caso avviene sempre nelle ricerche di meteorologia. Da ciò deriva, che le ordinate delle curve direttamente ottenute negli studi sulla Natura non danno mai l'espressione esatta e genuina dell'andamento dei fenomeni. I punti che dovrebbero appartenere alla curva giacciono sempre fuori di essa a maggiori o minori distanze: la loro successione non presenta più un andamento continuo, di guisa che l'idea della legge ch'essi devono esprimere viene più o meno turbata, e qualche volta fatta inintelligibile. Ciò accade sempre quando la grandezza degli errori è di un ordine poco inferiore, od eguale o superiore all'ordine di grandezza delle variazioni regolari delle ordinate, nelle quali la legge è contenuta. I diagrammi che sogliono accompagnare le ricerche di meteorologia offrono di questi fatti non rari esempi.

4. Di fronte a queste difficoltà il problema che si presenta è quello di estricare dalla incoerenza dei dati quella legge, che meglio tutti li rappresenta entro i limiti dei probabili errori, e che con maggior sicurezza si può surrogare alla vera legge, di cui l'espressione numerica non si potrà mai avere con matematica esattezza. Or questo problema ha due casi assai differenti per natura e per grado di difficoltà.

5. Perchè primieramente può avvenire, che della legge in questione sia per razionali principj nota la forma analitica, e che si tratti soltanto di determinare di questa i parametri o coefficienti numerici. È un caso che si presenta spesso nell'Astronomia, e talora nella Fisica: la perfezione ideale delle scienze della Natura sta appunto nel ridurre a questo caso lo studio di tutti i fenomeni. Così allorquando si tratta di determinare il corso di un pianeta dietro le osservazioni, già è noto a qual classe di curve e di velocità appartiene il suo movimento, e di questo sappiamo scrivere subito tutte le particolarità in formole analitiche

di certissima espressione, le quali altro d' indeterminato non involgono, che il valore numerico d' un piccolo numero di coefficienti. Ogni osservazione dà allora una equazione tra quantità misurate ed i coefficienti in questione; e la somma perfezione dell' investigazione consiste nel trarre dall' intera massa dei dati osservati quel sistema dei parametri, che a maggior probabilità di accostarsi al vero. Il problema ammette una forma generale di soluzione, adattabile a tutte le questioni, ed è noto che la sua trattazione costituisce il metodo dei minimi quadrati.

6. Ma infinitamente più grande è il numero dei casi, in cui della legge investigata non si conosce alcuna forma od espressione analitica. Tutto quello che si ha della curva è una serie discontinua di punti, dei quali soltanto questo è noto, che non possono allontanarsi dalla curva al di là di certi limiti da una parte e dall' altra. Ancora si sa, che gli errori delle osservazioni (1) non sono affatto privi di norma, e che la proporzione degli errori delle varie grandezze non è affatto arbitraria: finalmente in alcuni rari casi si può sapere qual è il valore medio degli errori che devono aspettarsi in quel genere di determinazioni. Gli è da simili nozioni, generalmente molto vaghe e di incerta applicazione pratica, che bisogna dedurre l' andamento della curva.

7. Per cavarsi d' impaccio in tali emergenze si usano differenti mezzi. Uno consiste nel tracciare ad estimazione d' occhio e a mano libera quella curva, che meglio d' ogni altra sembra adattarsi a tutti i dati punti. Questo metodo dà forse in pratica risultati migliori di quanto si suol credere: ma pecca essenzialmente d' arbitrio, essendo certo, che diversi individui tracceranno in questo modo delle curve differenti, specialmente quando per la misura delle ordinate non adottino la medesima scala. Talora avverrà che uno riguardi come prodotta dagli errori d' osservazione una certa inflessione della curva, che altri sarà inclinato a considerare come veramente appartenente alla curva della Natura. Non vediamo noi presentemente la questione

(1) Chiamo per brevità con questo nome gli errori delle date ordinate, sia che provengano dalle osservazioni e dalle sperienze, sia che vengan prodotti da cause d' altro genere, per esempio da perturbazioni di legge ignota.

famosa dei *santi di ghiaccio* in Maggio fondarsi sopra una diversa estimazione delle irregolarità che subisce la curva annua delle temperature? Quella piccola depressione di temperatura, che sembra avvenire verso la metà di Maggio, un alzamento corrispondente verso la metà di Novembre, da alcuno sono attribuiti all'effetto non bene compensato di perturbazioni casuali, da altri invece son riguardati come l'espressione costante di un fenomeno prodotto da cause speciali.

8. Ad evitare questo arbitrio è invalso l'uso di rappresentare le date ordinate per mezzo di una espressione analitica, della quale si assume ad arbitrio la forma, determinando dietro le osservazioni i soli parametri. Per quei fenomeni, nei quali non vi ha ragione di un andamento periodico si preferisce adottare per forma quella di una funzione algebrica intiera

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \dots$$

come si può vedere nei libri di Fisica e di Chimica, i quali sogliono abbondare di tali formole. Quando invece il fenomeno si ripete periodicamente (e ciò avviene spessissimo in Astronomia ed in Meteorologia) si usa una serie di termini procedenti secondo i seni ed i coseni dell' argomento e dei suoi multipli, intendendo rappresentato con la circonferenza l' intero periodo a cui il fenomeno è soggetto: cioè si pone

$$y = A + B\sin x + C\cos x + D\sin 2x + E\cos 2x + \dots$$

Noti sono i metodi con cui nell' un caso e nell' altro si determinano i valori più convenienti dei parametri. Qui, ammessa la forma della funzione, nulla più vi ha di arbitrario, salvo il numero dei termini da conservare.

9. Ma gli è appunto la scelta delle espressioni analitiche, che costituisce la parte contestabile in tali procedimenti. Le funzioni algebriche intere e le funzioni periodiche procedenti secondo i seni e coseni dell' argomento e de' suoi multipli hanno il vantaggio, totalmente subbiettivo rispetto al calcolatore, di dare la maggior semplicità nei computi (e specialmente le periodiche): ma ciò non basta a giustificarne la scelta, se pure non voglian-

si addurre argomenti tratti dalla pratica. Se infatti invece della forma

$$y = A + B \sin x + C \cos x + D \sin 2x + E \cos 2x + \ldots.$$

noi supponiamo quest' altra

$$\begin{aligned} y = A &+ B \sin (x^1) + C \cos (x^1) \\ &+ D \sin (x^2) + E \cos (x^2) \\ &+ F \sin (x^3) + G \cos (x^3) \\ &+ \ldots . \end{aligned}$$

cioè adottiamo i seni e coseni delle potenze dell' argomento; oppure se facciamo uso delle funzioni ellittiche inverse dei multipli dell' argomento secondo un modulo qualunque

$$\begin{aligned} y = A &+ B \sin . am . x + C \cos . am . x \\ &+ D \sin . am . 2x + E \cos . am . 2x \\ &+ F \sin . am . 3x + G \cos . am . 3x \\ &+ \ldots . \end{aligned}$$

o prendiamo altre espressioni consimili, è chiaro che non si potrà mai, con un numero finito di termini, ottenere rappresentazioni identiche. Onde si vede, che in sostanza le espressioni analitiche non danno una rappresentazione meno arbitraria che il tracciamento grafico delle curve a semplice vista, e non si è guadagnato con esse un punto in rigor matematico.

10. Rispetto alle formule si possono ancora osservare due cose. La prima riguarda quella specie di solidarietà con cui la supposizione della formola vincola tra di loro le diverse parti della curva, solidarietà che non sempre esiste nella Natura. Talora avviene, che una parte della curva può benissimo rappresentarsi con alcuni termini della formola, mentre un' altra parte richiede altri termini. Se si considerassero separatamente le due parti, si potrebbe allora ottenere una buona rappresentazione per ciascuna. Ma col pretendere di adattare a ciascuna delle par-

ti tutti i termini si finisce per ottenere un risultato meno approvabile.

11. Consideriamo, per esempio, il fenomeno della variazione diurna della temperatura. In 24 ore esso passa per quattro stadj differenti, per cui varia la natura ed il numero delle cause onde il fenomeno ha origine. L'uno è separato necessariamente dall'altro per mezzo di una soluzione di continuità, invero non molto apparente, ma tuttavia dimostrabile. Infatti durante la notte non esiste altra causa che quella dei movimenti di calorico nell'atmosfera per irradiazione e per conduttibilità. Ma col cominciar dell'alba entra in giuoco una nuova causa, la riflessione dei raggi calorifici del sole nell'atmosfera, analoga alla riflessione della luce che produce i crepuscoli. Finalmente allo spuntar del sole entra in giuoco l'irradiazione diretta di questo. È evidente dopo ciò, che la temperatura diurna non può, in teoria, rappresentarsi nelle sue variazioni orarie con una formola unica valevole per le 24 ore, siccome non può per eguali ragioni, rappresentarsi con una formola unica la variazione diurna della quantità d'illuminazione di un punto esposto a cielo completamente libero. Anche qui occorrono quattro stadj diversi: notte completa, illuminazione solare nel giorno, illuminazione crepuscolare del mattino e della sera.

12. L'altra osservazione riguarda il numero arbitrario dei termini. Quando si usano formole indefinite come le precedenti è manifesto che si può con esse rappresentare i dati osservati con tutta l'esattezza che si vuole. Basta per questo scopo prendere tanti parametri, quante sono le ordinate osservate. È chiaro tuttavia, che la curva in questo caso sarà molto diversa dalla vera, e sarà corrotta da un gran numero di ondulazioni parassite, le quali in natura non hanno luogo, ma non servono ad altro, che a rappresentare, in un col fenomeno reale, anche gli errori di osservazione. Ora è manifesto, che con un tal modo di rappresentare i fenomeni si perde assai più di quello che si guadagni. E si può credere ancora, che tali ondulazioni parassite incominciano ad apparire anche quando la formola non contiene tutti i termini che a rigore in essa si può determinare. Quale è dunque il limite a cui conviene fermarsi? E quale è quel termine, oltre al quale la forma della curva invece di accostarsi

sempre più alla verità, sempre più se ne allontana? Ecco una questione alla quale si desidererebbe adeguata risposta. In generale si è convenuto di assumere appunto tanti termini, quanti bastano a rappresentare i dati osservati entro i limiti degli errori probabili. E in pratica il numero dei termini si suol credere sufficiente, quando gli errori residui non mostrano più traccia di regolare andamento nella loro progressione. La necessità poi di ottenere delle formole facili a maneggiare fa sì che in tale bisogna si suole peccare più per difetto che per eccesso.

13. Con questo viene dimostrato, quanto erronea sia l' idea, che il progresso della Meteorologia e di alcune altre scienze principalmente consista nel rappresentare i fenomeni con formole analitiche. Tale rappresentazione non ci avanza neppure d' un passo verso la cognizione della vera legge di tali fenomeni. Anzi io credo, che nessuno mi taccerà di paradosso, quando asserirò che *qualsivoglia formola non sostituirà mai senza svantaggio la tavola dei valori numerici da cui fu dedotta;* e ciò perchè nella formola è introdotto un elemento arbitrario: e la maggiore regolarità che danno i suoi valori in confronto dei valori osservati è non di raro l' effetto d' una menzogna. Infatti è impossibile che la formola accresca di un pelo la certezza dei dati osservati, e dia qualche cosa, che in questi non sia già contenuta: mentre è chiaro, che la fissazione della forma analitica dietro niun altro criterio che il comodo del calcolatore, non può che recar detrimento introducendo nell' espressione del fenomeno delle condizioni che generalmente non sono soddisfatte.

14. Io non vorrei tuttavia esser in ciò andato troppo innanzi, e non vorrei che il lettore credesse che qui s' intenda proscrivere l' uso di tali formole. Malgrado l' inconveniente qui accennato, le formole analitiche godono della proprietà di ajutare allo scoprimento dell' espressione rigorosa dei fenomeni quando essa esiste. Ricordiamoci, che gli epicicli ed i deferenti di Tolomeo, ed anzi le stesse ellissi di Kepler altro non furono che rappresentazioni empiriche dei fenomeni, di genere affatto analogo: lo stesso diciamo delle leggi della semplice rifrazione secondo Snellio e della doppia rifrazione secondo Huyghens. Non abbiamo poi altri mezzi per introdurre nei calcoli le espressioni di moltissime leggi della Natura; e quando ciò occorre le formole em-

piriche sono da ritenersi come prezioso ed utile ausiliario. Si rifletta per esempio alle numerose applicazioni della legge di Mariotte, la quale non è in sostanza che una formola analitica, ed anzi una formola non assolutamente rigorosa. Usiamo dunque delle formole come di instrumenti di ricerca: ma non dimentichiamo, che la riduzione di una tavola di valori osservati ad una espressione analitica nulla giova per sè sola al progresso nostro nella investigazione delle leggi che quella tavola rappresenta, salvi quei pochissimi casi, in cui tali leggi hanno una espressione matematica molto semplice, e facilmente accessibile alla nostra divinazione.

15. Vi ha un terzo metodo che non è soggetto alle difficoltà precedenti: e consiste nel raccogliere per gruppi i valori osservati e gli argomenti corrispondenti in alcune poche medie, alle quali si da il nome di *valori normali* e di *argomenti normali*. Gli è così che in Astronomia si calcolano i luoghi normali dei pianeti e delle comete cercando le correzioni delle effemeridi per mezzo delle osservazioni, e raccogliendo le correzioni osservate per gruppi in un piccol numero di correzioni normali che si suppongono valevoli per l' istante indicato dalla media dei tempi. Che in tal guisa si possano diminuire quasi a volontà gli errori accidentali delle osservazioni non v' ha il minimo dubbio. Ma è chiaro, che la media delle ordinate non corrisponderà alla media delle ascisse per nessun' altra curva, che per la linea retta: o in altri termini, non è permesso raccogliere in gruppi i valori osservati e gli argomenti corrispondenti, fuorchè nel caso, che gl' incrementi degli uni siano proporzionali agli incrementi degli altri. Negli altri casi, per evitare l' effetto degli *errori accidentali*, con questo processo si andrà incontro ad *errori certi* più o meno gravi, secondo la maggiore o minor curvatura dell'arco, che si pretende assimilare ad una retta.

16. L' uso di tale spediente non sarà dunque approvabile, se non quando il tratto di curva compreso dalle ordinate di un medesimo gruppo sia poco differente da una linea retta, e tale che l' errore derivante dalla sua assimilazione a questa linea sia trascurabile. Ma dato che queste condizioni siano adempite esso è il migliore di quanti si possono adottare, e ciò sembra chiaro per le seguenti ragioni. 1.° Non si fa alcuna ipotesi sopra la

natura della curva considerata nel suo complesso, ma l' operazione sopra l'arco occupato da uno dei gruppi è indipendente dalle operazioni analoghe relative agli altri: onde le varie parti della curva non sono fra di loro solidarie, ma risultano nettamente tali, quali l'osservazione le dà. 2.° La supposizione che nella media di più ordinate gli errori delle osservazioni si compensino totalmente può non essere vera, ma è in ogni caso la più plausibile che si possa fare: essa è del resto perfettamente consona alla teoria degli errori accidentali d' osservazione. Se si avesse ragione di temere, che nelle osservazioni siano celati degli errori non accidentali, ma procedenti secondo una certa legge, la curva risultante esprimerà la legge della Natura combinata con quest' altra. Nè più si può domandare nel caso presente: la ricognizione e la separazione degli errori sistematici delle osservazioni forma un problema a parte, che offre infinite varietà di casi, e che qui dobbiamo escludere.

17. Questo processo dei valori normali è capace di un perfezionamento, che spiegherò con un esempio molto usuale. Per dimostrare le variazioni annuali della temperatura in un dato clima si suole generalmente fare le medie dei mesi: si ottengono così 12 temperature, che espresse graficamente danno una curva, ed analiticamente una formola periodica. Non vi ha dubbio, che nei 12 valori medj le casualità delle osservazioni si troveranno assai bene compensate dopo molti anni, e che ad essi si potrà attribuire una grande esattezza. Ma non è egualmente certo, che tutte le particolarità della variazione annua della temperatura possano rendersi manifeste in una curva, per tracciare la quale si danno soltanto 12 punti. Se esistono nel progresso annuo delle oscillazioni di due, tre o quattro settimane, esse rimarranno occulte. Ma se invece di fare le sole medie dei mesi, si calcolino le medie scalari dal 1.° Gennajo al 1.° Febbrajo, dal 2 Gennajo al 2 Febbrajo, dal 3 Gennajo al 3 Febbrajo ecc. si otterranno così 365 medie, ciascuna delle quali, risultando da 31 giorni consecutivi, altrettanto peso avrà, quanto una delle 12 precedenti; il loro numero e la continua successione non lasceranno alcun dubbio sul vero progresso delle temperature, e le irregolarità residue saranno di nessun conto.

18. Con questo semplice mezzo si riducono quasi a piaci-

mento gli effetti degli errori accidentali delle osservazioni, raccogliendo in medie un numero sufficiente di ordinate consecutive. La curva costrutta coi valori così *perequati* (è il nome che daremo a questo genere di regolarizzazione) può ridursi ad esser quasi continua, ed allora il tracciamento a mano libera potrà esser così sicuro, da non permettere un sensibile errore, facendo pur scomparire le ultime tracce di discontinuità. Nè il lavoro di tante medie è così grande, da presentare ostacolo pratico. Essendo infatti data una serie di numeri

$$a_1 \; a_2 \; a_3 \; a_4 \; a_5 \ldots . \quad a_m \; a_{m+1} \; a_{m+2} \ldots .$$

dicasi S_m la somma dal primo fino all'm^o, S_{m+1} quella dal secondo fino all'$(m+1)^o$ S_{m+2} quella dal terzo all'$(m+2)^o$ ec., di guisa che sia

$$S_m \quad = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots . + a_m$$

$$S_{m+1} = a_2 + a_3 + a_4 + \ldots . + a_{m+1}$$

$$S_{m+2} = a_3 + a_4 + a_5 + \ldots . + a_{m+2}$$

e via. È manifesto che la seconda somma si può ottenere dalla prima per mezzo di

$$S_{m+1} = S_m + (a_{m+} - a_1)$$

e così la terza si otterrà dalla seconda per

$$S_{m+2} = S_{m+1} + (a_{m+2} - a_2)$$

ed egualmente la quarta dalla terza, la quinta dalla quarta ecc.: ad ogni somma precedente aggiungendo la differenza tra il numero che nuovo s' introduce alla fine e quello che si abbandona in principio. Così con facili sottrazioni si faranno le somme con molta rapidità, e solo di quando in quando bisognerà eseguirne direttamente alcuna, per esser sicuri dagli errori di calcolo nella serie delle derivazioni.

19. Allorquando gli errori delle osservazioni sono assai considerabili, e la serie osservata molto irregolare converrà che il numero dei valori aggruppati in ciascuna media sia il più grande che è permesso dalla condizione, che durante il loro intervallo la curva non si scosti sensibilmente dalla linea retta. Tal limite in pratica è sempre molto ristretto, e questa circostanza fa sì che talora non si può arrivare, nei valori perequati, a quella regolarità che sarebbe desiderabile. Ciò mi condusse a ricercare, se non si possa aver modo di estendere il processo di perequazione anche al di là di detti limiti, facendo le dovute rettificazioni ai risultati per l' errore teorico che si commette scambiando un arco curvilineo per un tratto di linea retta.

20. Con questo scopo esaminiamo quale dev' essere il risultato della media di più ordinate osservate della curva. Ciascuna di queste ordinate si comporrà di una parte y esprimente il vero dato della Natura, e di un' altra parte ϵ che sarà l' errore delle osservazioni. La media dei valori osservati sarà dunque eguale alla media degli y sommata colla media degli ϵ. Or quest' ultima, dietro la teoria delle probabilità si deve suppor nulla: e si potrà quindi riguardare la media dei valori osservati come equivalente alla media delle vere ordinate y. Tal media dei valori osservati è dunque il valore che deve adottarsi, quando la curva non sia, per quell' intervallo, troppo difforme dalla linea retta: in caso contrario si commetterà un certo errore, il quale dovrà essere corretto.

21. Io suppongo per agevolezza, che il numero delle ordinate raccolte in una media sia impari ed esprimibile per $2n+1$, dove n è un numero intero. Sia y_0 l' ordinata di mezzo, che corrisponde all' argomento medio: $y_1\ y_2\ y_3 \ldots\ y_n$ le n ordinate che seguono y_0: siano $y_{-1}\ y_{-2}\ y_{-3} \ldots\ y_{-n}$ quelle che lo precedono. Tutti questi valori supponiamo che corrispondano alla vera curva. Chiamando Y la media dei valori osservati, che in virtù del paragrafo precedente equivale alla media dei veri valori, potremo porre

$$(1)\quad (2n+1)\,Y = y_0 + y_1 + y_{-1} + y_2 + y_{-2} + \ldots + y_n + y_{-n}.$$

Noi conosciamo qui Y e vogliamo dedurne y_0.

22. Sia in generale $y = Fx$ l' equazione della curva incognita: h l' intervallo costante fra 2 ordinate consecutive. Dietro il teorema di Taylor noi potremo esprimere come segue le ordinate $y_1\ y_{-1}\ y_2\ y_{-2}$ .... ecc. in funzione dell' ordinata di mezzo y_0:

$$\left\{\begin{array}{l} y_{\pm 1} = F(x \pm h) \;\; = y_0 \pm 1 \dfrac{h}{1} \dfrac{dF}{dx} + 1^2 \dfrac{h^2}{1\,.\,2} \dfrac{d^2F}{dx^2} \pm 1^3 \dfrac{h^3}{1.2.3} \dfrac{d^3F}{dx^3} + \ldots . \\ y_{\pm 2} = F(x \pm 2h) = y_0 \pm 2 \dfrac{h}{1} \dfrac{dF}{dx} + 2^2 \dfrac{h^2}{1\,.\,2} \dfrac{d^2F}{dx^2} \pm 2^3 \dfrac{h^3}{1.2.3} \dfrac{d^3F}{dx^3} + \ldots . \\ y_{\pm 3} = F(x \pm nh) = y_0 \pm n \dfrac{h}{1} \dfrac{dF}{dx} + n^2 \dfrac{h^2}{1\,.\,2} \dfrac{d^2F}{dx^2} \pm n^3 \dfrac{h^3}{1.2.3} \dfrac{d^3F}{dx^3} + \ldots . \end{array}\right.$$

le quali espressioni surrogate in (1) danno

$$(3)\left\{\begin{array}{l} (2n+1)\,Y = (2n+1)\,y_0 + 2 \dfrac{h^2}{1\,.\,2} \dfrac{d^2F}{dx^2}\left(1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots . + n^2\right) \\ \qquad\qquad + 2 \dfrac{h^4}{1.2.3.4} \dfrac{d^4F}{dx^4}\left(1^4 + 2^4 + 3^4 + \ldots . + n^4\right) \\ \qquad\qquad + 2 \ldots\ldots \end{array}\right.$$

La differenza fra l' ordinata media y_0 e la media delle ordinate Y dipende adunque dai coefficienti differenziali del 2.°, 4.°, 6.°..... ordine. Noi supporremo, che l' arco di curva abbracciato dalle $2n + 1$ ordinate possa esser rappresentato da una delle parabole di 2.° o di 3.° grado contenute nell' equazione

$$(4) \qquad y = F\,(x) = A + Bx + Cx^2 + Dx^3\ ,$$

ipotesi che in pratica sarà sempre lecito estendere a porzioni molto considerabili di curva, anche quando questa ha dei punti d' inflessione. Questa è l' ipotesi che noi surroghiamo a quella della linea retta. Si avrà allora

$$\frac{d^4\,F}{d\,x^4} = 0\ , \qquad \frac{d^6F}{d\,x^6} = 0\ \ldots .\ \text{ec.}$$

di guisa che nella formola esprimente la relazione fra y_0 ed Y non resterà che il coefficiente differenziale $\frac{d^2F}{dx^2}$.

23. Ma noi ci libereremo ancora da queste, introducendo le ordinate estreme y_n y_{-n}. Si ha infatti, per l'ipotesi or ora stabilita,

$$y_n + y_{-n} = 2\,y_0 + 2\,n^2 \frac{h^2}{1\,.\,2} \frac{d^2F}{dx^2} :$$

e l' equazione (3) si trasforma conseguentemente in

$$(2n+1)Y = (2n+1)y_0 + \frac{2}{n^2}\left\{\frac{y_n + y_{-n}}{2} - y_0\right\}(1^2+2^2+3^2+....+n^2)$$

ed a causa della nota relazione

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots\ldots + n^2 = \frac{n\,(n+1)\,(2n+1)}{1\,.\,2\,.\,3}$$

otterremo finalmente

$$(5) \qquad y^0 = Y + \frac{n+1}{3\,n}\left\{y_0 - \frac{y_n + y_{-n}}{2}\right\}.$$

Ora è chiaro, che la quantità fra parentesi altro non è, se non quella parte dell' ordinata media y_0, che è intercetta fra la curva e la corda che va dal primo all' ultimo punto dell' arco qui considerato, cioè dall' estremo dell' ordinata y_{-n} all' estremo dell' ordinata y_n. Detto S il valore assoluto di questa saetta, bisognerà aggiungere a Y la quantità $\frac{n+1}{3n}$ S o sottrarla, secondo che lungo l' ordinata y_0 la curva è più alta o più bassa della corda. O in altri termini: converrà allungare la saetta al di fuori della curva di una quantità eguale a $\frac{n+1}{3n}$ S.

24. Questa regola sarebbe assai semplice a praticarsi, quando

il valore della saetta S fosse conosciuto. Ma siccome essa appartiene alla curva di cui sono ordinate y_{-n} y_0 y_n, curva che appunto si cerca: in pratica non si potrà avere direttamente. Noi possediamo però la curva di cui sono ordinate Y_{-n} Y_0 Y_n che è data dalla perequazione, cioè dalle medie dei valori osservati. Tal curva non differisce dall' altra che per le piccole correzioni, che ora appunto si stanno investigando. Il suo tratto fra le ordinate Y_{-n} Y_n si potrà riguardare come sensibilmente parallelo al tratto dell' altra curva y_{-n} y_n e le saette

$$y_0 - \frac{y_n + y_{-n}}{2} \qquad Y_0 - \frac{y_n + y_{-n}}{2}$$

saranno poco differenti nelle due curve. Si prenderà dunque per S la saetta sulla curva dei valori perequati. Il piccolo errore così commesso è per lo più trascurabile in pratica, e dipende soltanto dal quarto coefficiente differenziale, siccome fra poco si mostrerà. Si può tuttavia correggere, quando si reputi necessario. Infatti dopo costrutta una prima curva colle saette approssimate, si può questa far servire alla determinazione di saette più esatte, e di una curva più approssimata al vero. Tal metodo di correggere i valori perequati è sommamente comodo in pratica specialmente quando si ponga in opera graficamente. Esso permette di estendere il processo di perequazione ad archi di molto notabile curvatura, onde deriva la possibilità di abbracciar nelle medie assai maggior numero di ordinate, e di attenuare in molto maggior misura l' effetto degli errori accidentali delle osservazioni. Addurrò qui un esempio per maggior chiarezza.

25. In alcune ricerche intorno all' influenza della luna sulle vicende atmosferiche, le quali fra breve usciranno in luce nelle Memorie dell' Istituto Lombardo, ho esaminato le variazioni della serenità del cielo dipendenti dalle fasi della luna. Avendo ordinato secondo i giorni dell' età della luna 38 anni di osservazioni meteorologiche fatte a Vigevano dal Dottor Serafini, ho calcolato la frazione di serenità corrispondente a ciascuno dei 30 giorni della rivoluzione sinodica del nostro satellite (1). Nella

(1) La frazione di serenità non è altro che il rapporto dell' estensione di cielo che si osserva serena durante un certo periodo alla quantità totale di cielo sereno e annuvolato che si osserva durante il periodo stesso.

Tavola I in fine di questa Memoria la prima colonna contiene i giorni dell'età della luna, la seconda contiene le frazioni di serenità direttamente ottenuta per ciascun giorno da 470 lunazioni, secondo le indicazioni dei registri. Si vedono in questa seconda colonna delle tracce di variazioni regolari, che rendono probabile l'influenza in questione: ma la copia non ancora sufficiente delle osservazioni lascia nell'andamento loro molte incertezze, non bastando 470 lune a compensare esattamente le infinite perturbazioni che concorrono ad occultare l'azione di cui si tratta. Considerando la serie dei numeri si vede accennata la probabilità di un maximum e di un minimum di serenità durante il periodo sinodico, ma non si può giudicare esattamente di tutte le più minute circostanze.

26. Per acquistare idee più chiare e ricavare dalle osservazioni tutto quello che elle possono dare, incominceremo dal diminuire l'effetto degli errori accidentali col perequare i dati numeri facendo le medie di 5 in 5. Non appare conveniente estendere le medie su maggior numero di ordinate. La colonna III della Tavola dà il risultato della perequazione, e si vede che in grazia di questa i numeri acquistano ad un tratto una progressione molto regolare: ma essi non sono esatti, e contengono errori, che ora bisogna correggere.

27. A tal fine, prendendo per ascissa l'età della luna, e per ordinate i numeri della colonna III si ottenne una serie di punti, che uniti due a due con rette diedero una linea poligonale abbastanza continua. Per distruggere le ultime tracce d'irregolarità si tracciò a mano libera una curva, che si stringesse al poligono il più esattamente che fu possibile. Tale operazione si è potuto fare con somma sicurezza, siccome si può giudicare dalle ordinate della curva, che furono misurate e trascritte nella colonna IV. In nessun caso l'ordinata della curva differisce da quella del poligono di più che 0,003. Qualunque operatore l'avesse tracciata avrebbe dato con meno di un millesimo di differenza (0,001) le stesse ordinate.

28. Gli è su questa curva, che tracciando le corde dalla prima alla quinta, dalla seconda alla sesta, dalla terza alla settima.... ordinata si possono ottenere immediatamente le saette S di cui la frazione espressa da $\frac{n+1}{3n}$ somministra la correzione

da apportarsi rispettivamente alla 3.ª, alla 4.ª, alla 5.ª.... ordinata. Qui abbiamo $2n + 1 = 5$, $n = 2$, $\frac{n+1}{3n} = \frac{1}{2}$: la correzione è la metà della saetta e deve portarsi a partire dalla curva sopradetta dalla parte opposta a quella della saetta stessa.

29. Ma siccome a noi preme di mostrare il grado di approssimazione che in questo modo si raggiunge, abbiamo calcolato le saette numericamente. Cioè, designando con S_1 S_2 S_3... le saette corrispondenti al 1.°, al 2.°, al 3.° punto della curva, con Y_1 Y_2 Y_3.... le ordinate della colonna IV, abbiamo computato

$$S_1 = \tfrac{1}{2}(Y_{29} + Y_3) - Y_1$$

$$S_2 = \tfrac{1}{2}(Y_{30} + Y_4) - Y_2$$

$$S_3 = \tfrac{1}{2}(Y_1 + Y_5) - Y_3$$

$$S_q = \tfrac{1}{2}(Y_{q-2} + Y_{q+2}) - Y_q ,$$

e il risultato col suo segno occupa la colonna V. La metà di questi valori, sottratta dalle ordinate Y_1 Y_2 Y_3.... dà le ordinate corrette, (colonna VI) che possono riguardarsi, nel maggior numero dei casi, come le ordinate definitive. Ma nel presente problema si mostra ancora utile una seconda correzione. Perchè colle ordinate corrette della colonna VI formando le nuove saette (colonna VII) si trovano queste un poco differenti, ed applicando la metà di queste in luogo della metà delle prime ai numeri Y_1 Y_2 Y_3 si ottiene la seconda approssimazione (colonna VIII), i cui numeri non differiscono dai precedenti che di una o due unità dell' ultima cifra e potranno riguardarsi come esprimenti il risultato definitivo.

30. In questo esempio siamo andati fino agli ultimi limiti dove il metodo è applicabile: infatti costruendo la curva si trova che nel periodo di 30 ordinate la curva ha 3 massimi, 3 minimi, e 6 punti d' inflessione. L' intervallo di 5 giorni abbracciato dalle medie è già dunque soverchio, ed accade, che due punti di flesso possono essere abbracciati da una stessa media. Ora un arco di curva che abbia due punti di flesso non può più convenientemente paragonarsi ad una parabola della forma

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3$$

per la ragione evidente che una tal parabola non ha più di un flesso unico. Questa circostanza ha reso alquanto inesatta la saetta nella prima approssimazione. Tuttavia si vede, che anche in questo caso estremo il metodo è applicabile e fa di sè buona prova, quando si vada al di là della prima approssimazione.

31. Ho creduto interessante il paragone del risultato ottenuto in questo modo con quello che si ha dalle formole empiriche. Trattandosi qui d' un fenomeno periodico, ho scelto una forma trigonometrica: ed ho trovato, che chiamando ϕ l' elongazione media della luna dal sole (calcolata in modo che in gradi sia ϕ eguale a 12 volte l' età della luna espressa in giorni) si ha la serenità espressa dalla formola

$$\begin{aligned} S = 0{,}550 &+ 0{,}016 \sin \phi + 0{,}011 \cos \phi \\ &+ 0{,}001 \sin 2\phi + 0{,}005 \cos 2\phi \\ &+ 0{,}005 \sin 3\phi + 0{,}015 \cos 3\phi \\ &+ \ldots\ldots \end{aligned}$$

Ritenendo di questa sette termini, che è quanto sembra utile e necessario, ho calcolato la frazione di serenità quale si vede nella colonna IX della Tavola. Le differenze tra il risultato del metodo precedente e quello della formola periodica si vedono nella colonna X: esse arrivano fino a 0,009. I frequenti cambiamenti di segno mostrano che una curva serpeggia intorno all' altra così che l' andamento generale è identico. Ma per chiarire quale delle due sia preferibile abbiamo calcolato gli errori residui delle osservazioni nell' una e nell' altra ipotesi (colonna XI e XII). Si vede che in generale gli errori dipendenti dal nostro modo di correzione sono minori: la somma dei loro quadrati è 2762, mentre dalla formola periodica risulta 3463. Quest' ultima somma si potrebbe, è vero, ridurre di molto aggiungendo alla formola altri termini: ma allora si perde uno dei vantaggi principali delle formole empiriche, quello della semplicità.

32. Noi abbiamo supposto finora, che il numero delle ordinate aggruppate in una media sia impari e l' abbiamo indicato con $2n + 1$. Il procedimento si può adattare anche al caso in cui tal numero sia pari. Ma in pratica non conviene usare le perequazioni per numeri pari d' ordinate, per la ragione, che la media degli argomenti non è in questo caso uno degli argomenti primitivi, ma la media di due di questi. Ora è generalmente preferibile ottenere i valori corretti delle ordinate per quei medesimi argomenti, a cui corrispondono i valori osservati.

33. Prenderemo ora a considerare un problema simile al precedente. Essendo, sopra una serie di valori normali formati per semplice media senza correzione, calcolata una formola empirica algebrica o trigonometrica: determinare le modificazioni da apportarsi ai coefficienti della formola, affinchè questa rappresenti correttamente i fenomeni. Tali modificazioni non saranno d' importanza, quando nell' intervallo abbracciato da ciascun valore normale la curva può sensibilmente scambiarsi con una linea retta; ma saranno necessarie quando questo non avvenga.

(*continua*)

ESAME DELLE TEMPESTE ACCADUTE IN EUROPA NELL' OTTOBRE, NOVEMBRE E DECEMBRE DEL 1863; DI ALESSANDRO BUCHAU, SEGRETARIO DELLA SOCIETA' METEOROLOGICA DI SCOZIA.

(*Transaction, of the Royal Society of Edimburgh.* 1865).

L' interesse sempre crescente che sveglia ogni giorno più lo studio della meteorologia fa sperare che i nostri lettori non sgradiranno di conoscere i risultati principali di un lavoro che è forse uno di quelli in cui più accuratamente e rigorosamente sono stab.lite le leggi della propagazione delle grandi burrasche in Europa. Ci limiteremo ai punti i più importanti di questo lavoro.

Barometro. Le osservazioni del barometro sono le più importanti imperocchè è dentro l' area in cui il barometro cade assai sotto la normale, che la burrasca avviene. Parlando approssimativamente la media pressione atmosferica di questi mesi è di 29,9 pollici (759,45^{mm}) perciò lo spazio compreso dentro la linea isobarometrica 29,7 e le altre linee di una pressione minore, si potrà chiamare *area di basso barometro* e mentre si tracciano i progressi di questo basso barometro in Europa di giorno in giorno si traccia nello stesso tempo il progresso delle tempeste.

Una breve descrizione di queste linee darà una qualche idea dell' estensione e del giro delle burrasche.

Un' area di basso barometro occupò la maggior parte della metà settentrionale dell' Europa dal 28 Ottobre al 9

Novembre durante il qual tempo il limite orientale di quell' area avanzava lentamente e costantemente verso l' est dalla Norvegia alle Montagne dell' Ural; intanto il limite meridionale avendo prima oscillato avanti e indietro per lo spazio interposto fra la Spagna e l' Irlanda, si mosse alla fine verso il nord, abbandonando l' Europa pel Capo nord. Durante questo tempo quattro tempeste passavano attraverso quest' area, che aveva all' incirca 1900 miglia di lunghezza (3000 chilometri) e 1400 miglia di larghezza.

La burrasca num. 1 del 28 Ottobre abbracciava le Isole britanniche e l' ovest della Norvegia avendo il suo centro a Elgin dove la pressione era 29,41. (748,29). Il 29 l' area del basso barometro includeva il nord ovest della Francia, il nord della Germania e tutta la Danimarca e la Scandinavia. Il centro della burrasca era presso Cristiansund e nel giorno dopo lasciò l' Europa per il Capo nord.

La burrasca num. 2 era tanto avanzata il 29 Ottobre che il suo centro era presso l' ovest dell' Irlanda dove la pressione era di 28,56, cioè circa di un pollice inferiore alla depressione che accompagnò la prima burrasca. Il 30 arrivò a Shetland, la pressione essendo 29,44. In quel momento tutto il sistema atmosferico d' Europa usando un esempio familiare, parve girasse intorno a Varsavia come centro, nella direzione del moto delle freccie di un orologio sicchè nel sud e sud ovest il barometro si alzava generalmente, mentre abbassava nel nord e nord est. Al 31 la burrasca si moveva all' est di Cristiania. Nello stesso tempo la linea isobarometrica 28,9 aveva grandemente estesa la sua area e una nuova depressione si era formata nell' ovest. Al 1. Novembre la linea isobarometrica 28,9 si era contratta, i due centri di depressione si erano riuniti e si avanzarono considerevolmente verso il nord est e la burrasca lasciava l' Europa per la via del Lapland.

La burrasca num. 3 aveva probabilmente al 1.° Novembre il suo centro a 100 miglia all' ovest dell' Irlanda dove la pressione era di 28, 9: il 2 passò all' est di Liverpool e il 3 continuò il suo corso all' est ed era all' ovest di Jutland. Nello stesso tempo l' area della burrasca si era fortemente contratta

e al centro della depressione il barometro segnava 29. 3; questo indicava il dissiparsi della burrasca che era infatti scomparsa la mattina dopo essendovi uno spazio vuoto fra le linee isobarometriche all' ingresso del golfo di Finlandia, solo indizio che ci resti del luogo verso cui si era dispersa.

Il procedimento generale delle altre burrasche è poco diverso di quello descritto. Merita solo di essere notato sulla carta della burrasca delli 11, che quantunque il barometro avesse un po' abbassato al nord est verso il golfo di Botnia, pure il grande abbassamento ebbe luogo al sud ovest. Era così esteso questo fenomeno che tutto il sistema atmosferico dell' ovest d' Europa doveva essere considerato come se fosse trasportato dal nord est al sud ovest. A misura che questo trasporto procedeva la depressione diveniva più estesa e più profonda e una nuova depressione si era formata che aveva il suo centro verso Plymouth. Il 12 le due depressioni nordiche si erano riunite e la linea isobarometrica 29.3 essendosi ristretta ad una quarta parte di quello che era, il tutto fu spinto indietro verso il nord est.

Furono raccolte in queste burrasche quaranta due diverse aree di linee isobarometriche e sono le forme di queste aree che devono essere esaminate. Alcune di queste, trenta sono o circolari e debolmente elittiche. In dieci casi l'asse maggiore dell' ellisse avevano una lunghezza doppia del minore e in un caso tripla. In due casi il contorno delle aree era irregolare, dovuto a due o tre centri di depressione interni. Perciò segue che le burrasche hanno generalmente una forma circolare o ovale, e che è rarissimo il caso di forme elittiche molto allungate. L' area delle burrasche è molto variabile, di rado hanno meno di 600 miglia in trasverso e spesso hanno il doppio o il triplo. Quest' area non è costante e di giorno in giorno varia, ora contraendosi ora estendendosi. Se vi è contrazione, la depressione centrale nello stesso tempo dà segni di decrescere e la burrasca si disperde; d' altra parte se l'area si allarga, la depressione centrale diviene generalmente più profonda dividendosi spesso in due o tre centri separati di depressione che sembrano essere burrasche distinte coi loro venti circolanti intorno ad ognuno; queste diverse depres-

sioni presto si riuniscono e la burrasca procede come si è detto.

È stata determinata la direzione dell'asse maggiore della burrasca in 28 casi. In sette occasioni puntava al nord est, in sei all'est, in cinque al nord est, in quattro al sud est in tre all'est, nord est e in tre al nord. Nel maggior numero dei casi l'asse maggiore era coincidente colla direzione in cui la burrasca si moveva. Questi due caratteri delle burrasche, asse maggiore delle aree di basse pressioni e direzione della loro propagazione, hanno grande importanza nella predizione delle burrasche o sulla rotazione e propagazione dei venti. Si era affermato che le burrasche europee erano sempre accompagnate da una depressione barometrica estesa nella direzione nord-sud dell' Europa: ma i fatti riferiti non appoggiano quest' asserzione.

La direzione in cui le burrasche avanzano dal posto occupato in un giorno al posto occupato nel giorno successivo fu accertata in 24 casi. In 11 di questi, il movimento progressivo fu verso il N E; in 4 verso l' E; in 4 verso il S E; in 2 verso E S E e in uno verso E N E, S S E e S O. Così 22 si propagavano verso lo stesso punto del quadrante fra N E e S E e solo una fu diretta verso l' ovest. Insomma ognuna di quelle burrasche si propagò verso qualche punto fra N E e S E.

Di rado le burrasche si propagano in una direzione uniforme di giorno in giorno: qualche volta il cambiamento è lieve, qualche volta è grande e improvviso. Per quelle riferite la propagazione era verso Cristiansund; in altre verso Schields: in altre verso l' Est di Danimarca: molte hanno lasciato l'Europa verso il capo nord o al N E di Russia e alcune sonosi anche disperse prima di arrivare in Russia.

In ventidue casi si è potuto determinare la distanza fra i punti indicanti il centro della depressione barometrica o il centro della burrasca in due giorni successivi e dai numeri trovati, non molto diversi fra loro, si è dedotto che queste burrasche percorrevano circa a 30 chilometri l' ora. La più piccola velocità fu di 17 a 18 chilometri all'ora, ed era quella della burrasca che si propagava verso il S O. La massima velocità fu di 46 chilometri.

Poichè queste burrasche si propagano verso il N. E in ragione di circa 20 miglia all' ora, essendo il S. O dell' Irlanda distante da qualunque porto della Gran Brettagna non più di 500 miglia, ne segue che l' avviso di queste burrasche può essere dato almeno 24 ore prima del loro arrivo ai porti della Gran Brettagna e siccome il loro avvicinarsi può essere previsto qualche ora prima che attacchino la costa dell' Irlanda, ne segue che quell' annunzio può precedere il loro arrivo di 36 e anche di 48 ore.

Le osservazioni del termometro non hanno eguale importanza di quelle del barometro, perchè fra le altre ragioni, mentre il barometro misura il peso di tutta l' atmosfera il termometro dà solamente la temperatura dell' aria in mezzo a cui si trova. Pare essere ben poca la connessione fra le linee termometriche e le barometriche di prima vista perchè mentre le prime si accostano più o meno a curve chiuse, come circolo e elisse, le linee di eguali variazioni termometriche presentano una grande irregolarità. Limitandosi a considerare la regione del massimo disturbo barometrico, allora si rimarca una relazione notevole fra quelle linee. Infatti si vede che in tutti i casi la temperatura s' innalza di diversi gradi nella parte verso cui e sopra cui avanza la fronte della burrasca, mentre invece si abbassa in quei luoghi che la stessa fronte della burrasca ha già abbandonata; in altre parole, la temperatura cresce dove il barometro cala e s' abbassa dove il barometro s' innalza. Generalmente la temperatura che precede la burrasca è sopra la normale ed è più bassa al seguito della burrasca. Ma se era molto sopra la media avanti la burrasca, dura sopra anche quando la burrasca è passata, benchè sia però meno di prima. In qualche caso si è vista la temperatura dopo essersi abbassata, alzarsi sul luogo percorso dalla burrasca; ma in tutti i casi le osservazioni successive hanno fatto vedere che quell' innalzamento era l' effetto di una nuova burrasca che veniva, per cui quella più alta temperatura indicava l' avvicinarsi di una seconda burrasca.

Dalle osservazioni riferite si deduce che fin a tanto che il barometro non era caduto sotto la normale non vi era pioggia continua, ma prevaleva il cielo bleu, alternante con nu-

vole parziali o con nebbia. Però, caduto il barometro sotto la normale, l' aria comincia ad oscurarsi e la pioggia cade ad intervalli ed a misura che la depressione centrale avanza la pioggia diventa più generale e continua. Una volta poi che il centro della burrasca è passato e che il barometro continua ad alzarsi, la pioggia non è continua e cade a ondate, le nubi si spezzano e prevale una pioggia fine annunziata da freddo venticello. La quantità di pioggia caduta fu sempre maggiore nel momento in cui la fronte della burrasca passava un certo luogo e parve proporzionale al disturbo atmosferico provato nelle 24 ore e alla violenza del vento. Nella parte posteriore della burrasca, benchè il disturbo dell' atmosfera e il vento fossero così grandi come al dinanzi, la pioggia era molto meno, seppure non veniva dietro una seconda burrasca.

Ognuna delle burrasche studiate nei diversi giorni presentò i venti nelle stesse condizioni, cioè giranti circolarmente intorno all' area del basso barometro in una direzione contraria al moto delle freccie di un orologio con una costante tendenza a girare stringendosi verso il centro del basso barometro. Il vento delle burrasche non soffia dunque intorno al centro di minor pressione in circoli, nè soffia lungo le tangenti alle curve barometriche concentriche, nè soffia direttamente lungo i raggi verso quel centro. Esso prende una direzione all' incirca intermedia, più vicina alla direzione e al giro di curva circolare, che a quella dei raggi al centro. Nessuna delle undici burrasche osservate mancò a questa regola. Quando il centro della burrasca era in situazione da poter osservare tutti i venti all' intorno, le generali direzioni dei venti erano le seguenti.

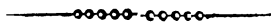
Nei punti	S.	del centro di bassa pressione,	il vento era	SO.
»	SE.	»	»	S.
»	E.	»	»	SE.
»	NE.	»	»	E.
»	N.	»	»	NE.
»	NO.	»	»	N.
»	O.	»	»	NO.
»	SO.	»	»	O.

Quanto più la forza del vento era grande, tanto più si verificavano le direzioni sopra indicate e dove mancavano osservazioni in tutti i lati quelle che si avevano erano conformi a quella regola: perciò in ogni caso si è trovato che l' atmosfera ruota intorno al centro della burrasca e questo sia detto indipendentemente di ogni teoria, ma come risultato dell' osservazione. Ne segue, che siccome le burrasche si propagano verso l' est, la generale rotazione del vento nei punti situati al nord della parte centrale della burrasca sarebbe dal N E per il N all' O e per i punti posti al sud di quel centro dal N E per l' E e S al N. O.

Risulta dalle carte di quelle burrasche, che il soffiare del vento dall' alto al basso barometro con una forza proporzionale alla differenza della pressione, è una legge importante che regola il movimento dei venti in quelle burrasche. All' avvicinarsi ai centri di depressione cala gradatamente la forza del vento fino al centro dove la calma prevale.

Le calme e i venti leggieri prevalgono anche intorno alle curve di altissime pressioni. Nei casi rari in cui si forma un area di alto barometro di forma circolare, si nota sempre che il vento gira dolcemente al di fuori di quell' area nella direzione del movimento degli aghi di un orologio, cioè in senso opposto al girare del vento intorno ad un centro di bassa pressione.

Questa importante memoria è accompagnata dai registri delle osservazioni meteorologiche raccolte da tutti i punti d' Europa in quei mesi e da una serie di tavole su cui sono rappresentate le curve barometriche e le direzioni dei venti nei giorni delle burrasche osservate.

C. M.

LETTERA SULLA METEOROLOGIA DEL SIG. BUYS-BALLOT, DIRETTORE DELL' ISTITUTO METEOROLOGICO DI OLLANDA, AL PROF. *MATTEUCCI*.

Voglio esporvi le mie idee sulla relazione fra la direzione del vento e il barometro alto e basso nei nostri luoghi.

Ritengo che l' aria *comincia* a moversi dal barometro alto al barometro basso. Ciò è evidente; ma quando l' aria così mossa avrà percorso un centinaio di leghe bisogna che la corrente subisca l' influenza della rotazione della terra. L' aria che viene in basso dal nord sembrerà venire dal N E e l' aria che viene dal S. sembrerà venire dal S. O. Quelle particelle d' aria si muovono come se fossero attirate da una specie di polo o centro di depressione nella stessa guisa che i pianeti e le comete sono attirate verso il sole e quindi cominciano a circolare intorno al polo. Così soffiando il vento circolarmente o elitticamente accadrà che il barometro basso sarà alla sinistra della direzione del vento. Perciò il barometro basso non è sempre a angolo retto colla direzione del vento. Osservazioni di dieci anni hanno confermato questo risultato in Ollanda e al nord delle Alpi, come si vede giornalmente nel bullettino di Le Perrier. Se in questo bullettino si cerca il centro del barometro basso si trova che la direzione del vento ha quasi sempre questo centro più o meno alla sua sinistra; l' angolo è più acuto per i luoghi vicini e

meno acuto per i lontani e questo è tanto più vero se invece del vento che soffia si prende in questo confronto il vento che soffia il giorno dopo. In tutto Ottobre in Ollanda il barometro era bassissimo nel nord e il vento era di est. Nel Novembre fu sempre contrario, cioè il vento era di ovest, sud ovest, nord ovest e il barometro basso era al nord.

DELLE FIAMME SONORE E SENSITIVE; DI I. TYNDALL.

(*Phil. Mag.* Febbraio 1867).

È noto il fenomeno delle fiamme sonore e sensitive scoperte da Húggens nel 1777. Il punto di partenza di questo fenomeno è il rumore o ronzìo che si sente soffiando contro la fiamma di una candela e che indica un' azione ritmica.

L' Autore cominciò dal variare la lunghezza del tubo di latta in cui introdusse una fiamma di gas e si assicurò che la nota musicale del suono ottenuto dipende dalla lunghezza del tubo. Con un tubo di 15 piedi il suono aveva una tale intensità da far vibrare e scuotere la galleria, le finestre, le porte, le sedie e i cinque o sei cento uditori della sala di lezione. La fiamma è qualche volta estinta dalla violenza di questo suono e alla fine è accompagnata da una esplosione come quella di una pistola.

Passando da tubi larghi a tubi stretti si ottiene una serie di note musicali che si alzano col diminuire della lunghezza del tubo. Così una fiamma circondata da un tubo lungo 17 pollici, vibra 459 volte in un secondo, mentre quando il tubo è lungo 10 pollici si hanno 717 vibrazioni in un secondo. Le vibrazioni della fiamma consistono in una serie di parziali estinzioni e riaccensioni della fiamma, tanto che guardando una fiamma vibrante in uno specchio rotante le imagini dovute a queste riaccensioni sono separate l' una dall' altra e formano una catena di fiamme di una grande bellezza. Una posizione può essere scelta nel tubo in cui la

fiamma diviene sonora. Si può trovare anche un' altra posizione in cui la fiamma tace; ma se una volta è messa in moto, continua a suonare ed è possibile di far questo eccitandola o con una sirena o colla voce umana o con una canna d' organo ed è anche possibile di farlo per mezzo di un' altra fiamma sonora essendo il suono di questa fiamma circa all' unisono di quello che può rendere l' altra fiamma.

L' A. fa vedere sulla fiamma di una candela che brucia bene che i colpi di un martello sull' incudine, le battute di mano e anche l' esplosione di un miscuglio di gaz ossi-idrogeno non turbano quella fiamma perchè essa non è in moto. Basta di spingere una sottile corrente d' aria sulla fiamma di una candela, ciò che genera un ronzio, perchè allora quei rumori produchino delle grandi alterazioni sulla fiamma la quale si divide in due, che poi si riuniscono, prendendo forme diverse e specialmente dividendosi come la coda di un pesce.

Un' altra esperienza è fatta con una fiamma lunga 18 pollici e che fuma molto: basta fischiare davanti questa fiamma perchè si riduca subito a 9 pollici, sparisca il fumo e divenga brillante.

La nota scelta per eccitare la fiamma non è indifferente. Si può vedere per mezzo di coristi che se i suoni loro danno 256 vibrazioni fino a 512 per secondo, non hanno azione sulla fiamma, mentre invece con note più alte, di 1600 sino a 3200 vibrazioni per secondo, la fiamma salta e risponde a queste note. È soprattutto colle fiamme lunghe di 18 o 20 pollici ed essendo ben libero il tubo che porta il gaz in prossimità del becco, che questi fenomeni si manifestano con molta intensità. Basta con queste fiamme di far cadere una piccola moneta, di dire qualche parola, di fare il noto rumore delle scarpe, perchè quelle fiamme subito se ne risentino e meritano di essere notate le differenze già scoperte da Helmholtz che producono le diverse lettere e alcune vocali. Il suono A è il più potente, mentre l' U nulla produce. Forte è l' effetto dell' S: la fiamma in presenza di questi diversi rumori è subito messa in tumulto, varia d' altezza e di splendore.

SULLE STELLE CADENTI DEL 14 NOVEMBRE 1866; NOTIZIE DEL P. A. SECCHI.

È stata tanta l'aspettazione eccitata nel pubblico per l'apparizione del fenomeno delle stelle cadenti del 13 corrente, che è almeno necessario dare una risposta dell'esito che esso ha avuto.

Il fondamento dell'aspettazione era, come già si sa, che fu veduto da Olmsted in America nel 1833 e da Humboldt nel 1799, e che l'americano sig. Newton di Yale College avea rintracciato questa apparizione dall'anno 903 dell'era nostra fino al 1833 non meno di 13 volte, e ne aveva concluso il periodo di un terzo di secolo, onde quest'anno o il prossimo 1867 dovea aver luogo un'altra apparizione.

Ecco il riassunto delle date delle osservazioni precedenti raccolte dal sig. Newton, e delle rispettive località in cui furono osservate, ridotte al merid.° di Parigi.

Anno	902	Ottobre	$12^{g}.17^{or}$	Italia e Sicilia
»	931	»	14. 10	China
»	934	»	13. 17	China ai 15, Europa ai 14
»	1002	»	14. 10	China. Radianti in cancro
»	1101	»	16. 17	Europa
»	1202	»	18. 14	Bagdad
»	1366	»	22. 17	Europa (Portogallo e German.)
»	1533	»	24. 14	China ed Europa
»	1602	»	27. 10	China
»	1698	Novemb.	8. 17	Europa?
»	1799	»	11. 21	America ed Europa.
»	1832	»	12. 16	Europa. Isola Maurizio.
»	1833	»	12. 22	America.

Merita attenzione il fatto che quelle del 1799 notossi pure che in Inghilterra durarono circa due ore. Quelle del 1832 pare che non fossero vedute in America. Dalla prima e dall' ultima di queste apparizioni risulta un periodo annuale di 365g.271 e pel ciclo 33,25 anni. Il sig. Newton conclude il suo lavoro con queste memorabili parole: l' anno nel quale possiamo aspettare una pioggia meteorica è il 1866, poichè il periodo di 33 anni e 1/4 si deve ragionevolmente contare dall' ultima apparizione del 1833.

Come risulta però dal suo catalogo stesso questo ritorno non è così semplice che non sia spesso preceduto e seguito da anni di copia notabile di stelle cadenti, e perciò già l' aspettava fino dall' anno scorso. L' esperienza che noi abbiamo comunemente delle meteore dell' Agosto faceva sospettare che vi sarebbe una maggior frequenza nei giorni vicini alla grande comparsa, ma questo non si è verificato almeno in generale. Già fino dall' anno scorso si notò ai 14 un aumento notabile di stelle nel numero ordinario che sogliono esser comuni tutte le notti, ma mancava un confronto esatto delle osservazioni de' giorni precedenti. Perciò quest' anno si è avuto cura da noi di osservare più giorni innanzi nell' ora in cui il punto radiante era sull' orizzonte (che suol essere nella costellazione del Leone), onde fissare il numero orario delle stelle per ciascun giorno.

I risultati sono stati i seguenti avuti da un solo osservatore:

A dì	dalle	alle	stelle n.°
6	3or	4	7
7	3	4	6
8	3or.30m a	4or.30m	5
9	3	3 1/4	3 (1)
11	2 1/2	2or.40m	9
12	2 1/2	4	8
13	2or. coperto a Roma.		

Il 13 a Roma era coperto, ma a Monticelli, ove erami recato, dalla 1or alle 3or 1/4 ne osservai 7, quindi si annuvolò.

(1) Piccolo spazio di cielo libero dalle nubi.

Esse erano sparse su tutto il cielo senza punto radiante ben definito.

Sicchè il numero orario medio poteva fissarsi a 6 in 7 e pareva anzi diminuire coll' accostarsi il periodo critico, e la sera del 13 era realmente diminuito. Il sig. A. Alvarez che le osservò a Subiaco, mi scrive che osservando a levante, gli erano sembrate così poche, che nessuna altra volta ne aveva vedute di meno in proporzione. « Le pochissime stelle osservate, scrive esso, sono state piccolissime, per la maggior parte di quelle dette bagnate, e di piccolissimo corso. Ad eccezione di 4 nessuna ha avuto il punto di divergenza dalla costellazione del leone. Una sola (da $1^h\,{}^1/_4$ a $1^h\,{}^1/_2$ ant.) è apparsa camminare verso questa costellazione partendo da presso Marte in vicinanza dei Gemelli. Ho notato in tutta la notte un bel bolide (da ${}^1/_2$ ant. a ${}^3/_4$ ant.) scendere dal sud per l' eridano; il suo moto era lento e un poco serpeggiante. Un' altra ($1^h\,{}^3/_4$ alle 2^h) da Betelgeuze è arrivata ai Gemelli, e immediatamente un' altra ha seguito lo stesso corso in senso opposto: non mi sono avveduto se era la stessa stella. Dalla mezzanotte alle 4 ant. ho notato esattamente nella stessa parte del cielo stellato undici stelle cadenti.

Le nostre osservazioni a Monticelli combinano colle suddette nella sostanza riguardo alla scarsezza del giorno 13.

Ai 14 noi aspettavamo fare una buona osservazione ma il tempo ci fu contrario. Scoraggiti dalla scarsa apparizione del dì precedente, e dal tempo cattivo che si preparava, e nella persuasione che solo dopo alzato il Leone si sarebbero vedute, si guardò il cielo ad intervalli fino a mezza notte senza veder nulla. Si sospesero le osservazioni per due ore, ed alle 1 ${}^3/_4$ ant. si ripigliarono, ma era coperto, e alle 2 già piovigginava e alle 2 ${}^1/_4$ era già pioggia discretamente forte onde si abbandonò l' osservazione. Alle 3 si voleva riprendere ma si trovò coperto tutto il cielo; alle 4 era pure coperto, sicchè fu abbandonata ogni speranza. In questi intervalli fra qualche interstizio di nuvole, v' è chi dice averne vedute. Tra questi il sig. Rigi dice che ne contò un buon numero tra mezzanotte e un' ora, dopo di che si annuvolò.

Ma se noi non le abbiamo vedute il fenomeno non fu meno bene osservato specialmente nelle Marche.

A Urbino sono stati più fortunati. Il R. P. Serpieri delle Scuole Pie, m' invia questo telegramma: « *Moltissime stelle: sotto nuvole viste moltissime specialmente* (dal) *telegrafista. Corrente accidentale* (nella) *linea apparendo grossa stella mosse relais. — Serpieri* ».

Le dichiarazioni ulteriori del medesimo Professore sono molto importanti, e credo doverle riferire testualmente.

« A un' ora circa dopo la mezzanotte (dal 13 al 14) ecco due bei fuochi che sfilavano verso SO. e verso NE. Furono i forieri del grandioso spettacolo. Da quel momento, ora in un punto, ora in un altro, con brevi intervalli cominciarono a succedersi sempre nuove meteore: ma ancora si potevano contare, e potevano dirsi piuttosto rade. Però si vedeva chiaramente che la frequenza si faceva sempre maggiore, ossia che le varie schiere, che a quando a quando passavano a brevi distanze, si facevano sempre più strette e sempre più dense.

« A 1 ora $^3/_4$ la grande apparizione era già divenuta oltremodo mirabile e imponente. Non fu più possibile tener dietro a tutte le stelle che comparivano, perchè molte ad un tempo sfilavano da più punti; altre belle e sfolgoranti, altre sottili e delicate; quelle a lunga corsa, queste in forma di brevissimi tratti. Parve a molti, anzi a tutti, che nelle pause del vento anche le stelle quietassero. A 2 ore circa dopo la mezza notte fu il massimo affollamento di meteore. Non vi era parte di cielo che non lanciasse i suoi fuochi: tutto il firmamento rendeva immagine di una battaglia generale di palle fulminanti. Ed al solito nasceva poi una tregua, e quindi ad un tratto nuove e moltiplicate accensioni. (Alcuni paragonano quelle improvvise e contemporanee radiazioni alle grandi scappate di razzi, che sogliono farsi sul finire di una macchina di fuochi artificiali: altri, usando spontaneamente il paragone caratteristico e storico di tali apparizioni, dice che le stelle fioccavano come la neve. In alcuni momenti pareva che tutto il cielo gettasse fuoco, e tra la moltitudine delle minute stelle strisciavano qua e là maestose le meteore dalla lunga coda. Ve ne fu una che lasciò uno strascico tanto largo e denso da durare circa 5 minuti primi).

« Fu nel tempo di questa maggiore frequenza che il sig. Ruggero Cardellini, Direttore del nostro ufficio telegrafico, e persona ben colta, sorpreso dello stupendo fenomeno che stava osservando, pensò di esplorare se la linea telegrafica presentasse alcuna corrente straordinaria. Fece perciò la comunicazione della linea con la terra, e introdusse nella linea il relais. — Giova sapere che il nostro filo era congiunto a Fossombrone colla linea Fano-Perugia, ed in queste due stazioni la notte è posta sempre la linea in comunicazione con la terra. — Non aveva ancora osservato il galvanometro; quando nell' istante medesimo in cui si mostrò una stella più bella e rilucente, il relais con un colpo ben marcato fece intendere il passaggio di una buona corrente. Fu questa corrente un effetto della stella? Sarebbe questo un primo indizio di qualche inatteso rapporto, o di qualche grave novità nella teoria delle stelle filanti? Il sig. Cardellini credette di non dovere esporre più a lungo i suoi apparecchi all'azione della terra o dell' atmosfera. — Egli stette per circa mezz' ora ad osservare dalla sua finestra esposta a ponente, e assolutamente dichiara che gran numero di meteore passavano dinanzi e sotto le dense nubi che da quella parte occupavano gran porzione di cielo fino a poca distanza dallo zenit. A conferma di ciò egli fa notare che le stelle striscianti dinanzi alle nubi gli apparvero più lucenti delle altre, forse a cagione del fondo molto scuro su cui le vedeva, e insieme forse per la loro maggior vicinanza. Spesso il fulgore delle apparizioni era tanto che le nubi restavano illuminate, come succede pei lampi. Altri pure mi assicura che in alcuni momenti si faceva un chiarore generale.

« In quanto alla direzione dei movimenti ho potuto raccogliere che prevalse l' andamento verso S e SO. (Del numero non saprei giudicare. In quei brevi tempi di maggior pressa erano veramente innumerabili).

« Appena conosciuti con certezza tutti questi fatti pensai di avvertirla per telegrafo di ciò che sopratutto mi aveva colpito, cioè della poca altezza delle meteore, per cui molte comparvero tra le nubi e la terra, e della elettricità straor-

dinaria comparsa improvvisamente nella linea telegrafica al momento del passaggio di una stella maggiore delle altre: bramando vivamente che ella stessa potesse istituire qualche osservazione in proposito, se il fenomeno fosse ritornato nella notte seguente. Ma tutto dimostra che quella schiera di meteore formava un sistema molto ristretto e come isolato. A ore 2 $^1/_4$ cessava infatti la gran furia delle apparizioni, dopo aver dunque durato per mezz'ora soltanto. Poi il numero cominciò a diminuire grandemente nell'ordine e nel modo inverso con cui aveva cominciato, e a 3 ore circa il prodigioso avvenimento poteva dirsi finito.

« Ieri sera 14 corrente appena si contarono tre o quattro stelle in due ore nell'emisfero occidentale. Questa notte scorsa e questa mattina intorno alla mezzanotte, e a 2 ore e a 3 ore nulla si è visto ». Fin qui il P. Serpieri.

Anche io qui in Roma per compiere la serie delle osservazioni ho osservato nella mattina del 15, e dall' $1^h\ ^1/_2$ alle $3^h\ ^1/_2$ si sono vedute 15 stelle il che dà un numero orario poco diverso da quello che si ebbe nei giorni precedenti più copiosi.

Il P. Serpieri ricorda anche la nota stampata nel *movimento* e riprodotta nella *Gazzetta Ufficiale di Firenze*, nella quale il Cap. Meiraldi assicura aver nella notte del 12 al 13 osservata all'ora stessa prossimamente il medesimo fenomeno presso le coste di Fiumicino. Io dubito che vi sia errore di un giorno nella data, perchè sarebbe stato assai singolare che le meteore si fossero vedute presso a Fiumicino e non a Monticelli distante meno che non è Roma da Civitavecchia nei quali due siti le apparizioni sono comuni. Se non vi è errore di data, si dovrebbe dire che fu un gruppo bassissimo e una singolare circostanza che non fosse veduto in altri siti non molto lontani.

Dopo le osservazioni raccolte dal P. Serpieri, ricorderemo quelle del sig. Canonico Billi di Fano che anche ci ragguaglia di quelle di altri dotti Professori delle vicinanze di quella città.

Dopo avere ricordato che lo stato del cielo era sereno e che una luce biancognola si vedeva diffusa per tutto il

cielo, e che nella notte precedente appena si erano vedute due sole stelle cadenti, soggiunge:

Ecco il sunto delle osservazioni fatte alla mia specoletta privata, alta sul livello del mare 25^{m} e locata a 43°, 52', 16" di latitudine boreale e 10°, 39', 57" di longitudine orientale. Il numero delle meteore contate da 1^{h} $^{1}/_{2}$ sino alle 2^{h} $^{3}/_{4}$ fu di mille e trentacinque con questa proporzione: da 1^{h} $^{1}/_{2}$ a 1^{h} $^{3}/_{4}$, stelle vedute num. 80: dalle 1^{h} $^{3}/_{4}$ alle 2^{h}, stelle num. 105: dalle 2^{h} alle 2^{h} $^{1}/_{2}$, stelle num. 765: dalle 2^{h} $^{1}/_{2}$ alle 2^{h} $^{3}/_{4}$, stelle num. 85. Tranne una, si dirigevano tutte dall' est all' ovest, e le più partivano da un centro comune fra la costellazione del Toro e quella del Leone. Quasi tutte lasciavano una traccia luminosa, che perdurava quattro o cinque minuti secondi a foggia dei raggi pirotecnici. Nè queste furono le sole stelle che si videro, perocchè postatomi colla fronte rivolta al sud con a destra l' ovest ed a sinistra l' est, moltissime mi transitarono dietro il capo, avendo l' occhio sempre intento alla mira del luminoso pianeta Marte che scintillava presso il centro comune e donde scaturivano le stelle anche a quattro e cinque per volta velocissime, e fra loro paralelle, con piccola declinazione verso il sud che quasi tutte mostrarono, solo alcune piegando a foggia d' arco. Queste stelle furono vedute in Fano da moltissimi osservatori persino dalle finestre delle domestiche case; ed il ch°. Prof. Casati stette tutta notte a mirarle nello spiazzo del suo casino di campagna ad un chilometro di Fano e vide l' ultima alle 5 $^{3}/_{4}$ ant., nè per il numero tragrande potè annoverarle, compreso da stupore e maraviglia all' insolito spettacolo. Chè tra queste stelle, alcune erano veri bolidi del diametro apparente di una palla da cannone da 8 e di questi ne furono contati da chi 16 e da chi 20: moltissime stelle poi aveano il diametro apparente simile a quello dei più brillanti pianeti. La luce che spandevasi da questi bolidi era sorprendente, basti sol dire che uno illuminò Monte Giove sì, da scorgerlo chiaramente; un altro che mi scoppiò alle 2^{h} precise sopracapo, illuminò tutta la mia terrazza in modo che distinsi i fiori coi loro svariati colori; un terzo fece biancheggiare una nera nube e si vide a traverso della medesima con tutta chia-

rezza. Il colore di questi bolidi tendeva al bianco della luce elettrica e in parte mostrava un cupo azzurro: nè mi fu dato di osservarne alcuno rosso fiammante.

Da queste due relazioni assai estese si ricava che il fenomeno fu sorprendente. Dirò adesso brevemente delle osservazioni fatte in altri punti d' Italia e ne farò il confronto con quello che si è osservato fuori, per quanto finora se n' è avuto notizia.

Se quì a Roma il tempo fu sfavorevole non lo fu egualmente nei contorni. A Subiaco scrive il signor Alvarez che alla mattina del 14 i cartari nel recarsi ai loro Opifici alle 3 ore ant. furono sorpresi dalla pioggia di fuoco, e la maggior parte non sapendo nulla di ciò che si aspettava, ne furono spaventati. — A Monticelli furono vedute dalle 2 fino al mattino copiosissime le meteore, e il sig. D. Carlo Rusconi scrive che molti le credettero il finimondo: i più esperti le paragonarono a scappate di Girandola. Il R. P. Serpieri ha già raccolto altre notizie le quali speciálmente concordano nell' assegnare il massimo tra le 2 a. e le $2\ ^{1}/_{4}$.

Il sig. Canonico D. Alessandro Billi scrive ancor esso che dalle 2 alle $2\ ^{1}/_{2}$ fu il colmo della pioggia, e non potè badare alle particolarità loro, che molto era il poterle contare. — In Pesaro il Prof. Venzolini dai $^{3}/_{4}$ alle $2^{h}\ ^{1}/_{2}$ ne contò 1170. Il prof. Bertozzi in Fano dalle $^{1}/_{2}$ alle $3\ ^{1}/_{2}$, 2270. — Copiosi furono i bolidi e non meno di 13 di grandi dimensioni: taluno come una palla da cannone: altri che si rompevano in più punti, altri serpeggianti, ecc.

A Perugia il Prof. Bellucci, a Mondovì il Prof. Bruno, a Varallo il Prof. Calderini osservarono il fenomeno e copiosissimo fu il loro numero specialmente da $2^{or}\ ^{1}/_{4}$ a $2^{or}\ ^{1}/_{2}$. Il Bellucci vide le nubi illuminate, ma per di sopra, e assegna il massimo a $2^{h}\ ^{1}/_{4}$.

Il fenomeno fu veduto anche a Costantinopoli, come mi scrive il sig. Comm. Pares a quanto dice in modo assai splendido, ma finora non ne ho i particolari.

Sarebbe inutile e noioso il dire i dettagli particolari delle molte relazioni raccolte, onde da esse riassumeremo le seguenti conclusioni.

1.° L' apparizione non cominciò in regola che dopo mezza notte verso un' ora: alle 2 $^1/_2$ era già passato il massimo, che fu verso le 2 $^1/_4$. In questo massimo tutti si accordano a dire che erano difficili a contare e che doveano esser più migliaia in un' ora prendendo tutto il cielo.

2.° Le meteore generalmente andavano a gruppi, e nello stesso punto del cie'o si succedevano rapidamente più insieme, e cessate in quello comparivano in un altro poco distante.

3.° La regione di maggior copia fu dal Toro al Leone, ma specialmente in quest' ultimo: ma non si è bene precisato da tutti il sito, e le parallassi possono molto spostare questo punto radiante.

4.° Furono copiosi i bolidi, alcuni de' quali si divisero in più pezzi e aveano diametro notabile. Il maggior numero delle stelle era di grandezza ordinaria e lasciavano traccia di color verde che durava 3 a 4 secondi mentre nella testa dominava il rosso.

5.° Alcune erano così basse (specialmente de' bolidi) che taluno asserisce averne sentito lo scoppio, e il R. D. Billi dice aver due volte al loro passare sentito un rombo cupo, come quando vola uno stormo di uccelli.

6.° Non fu osservata mutazione o turbazione magnetica in nessun sito, e il sig. Guidi osservò apposta gli strumenti a Pesaro.

7.° Si osservò però una luce diffusa per tutto il cielo assai sensibile e in ciò molti osservatori sono perfettamente d' accordo, e anche la luce zodiacale apparve molto viva in quell' epoca e nei giorni precedenti.

Questo è in somma quello che si è notato in Italia. Fuori altresì si è goduto lo stesso spettacolo. Di Francia, Spagna e Inghilterra abbiamo già notizie in fondo tutte concordi. Quelle d' Inghilterra sono interessanti perchè fatte in luogo più lontano e da molti distinti astronomi, che ebbero cielo favorevolissimo, e ne ho i seguenti particolari dal *times* e dall' *astronom. register*.

Nei contorni di Londra e a Oxford fu osservato il massimo fra 1^{or} e 1^{or} $^1/_4$ e la somma loro durante quell' ora viene stimata a 3000.

Il punto radiante fu nel Leone non lungi dalla stella μ (mi) e γ (gamma) talchè in quella regione comparivano le stelle senza strascico alcuno, nè coda, perchè vedute nella direzione stessa del loro moto. Copiosi furono i bolidi anche là.

Il fenomeno non durò nè anche là più di due ore nel suo splendore, e cominciato verso mezza-notte, alle 3 era tutto finito.

Da questo si raccoglie che le fasi principali furono le stesse che per l' Italia, ma è notabile la diversità di tempo locale della sua manifestazione, che anticipò di un' ora. Se non che avendo riguardo alla differenza di longitudine de' luoghi, che è anch' essa prossimamente di un' ora, e al vago de' limiti assegnati pel massimo in Italia, troviamo che il fatto fu qusi contemporaneo (1) in tempo assoluto nei due luoghi e quindi in tutti gli intermedi: e lo confermarono le osservazioni di Parigi ove il massimo fu verso $1^h\ ^1/_2$.

Questo mostra che la nube o sciame de' meteoriti fu attraversata dalla terra nella parte sua più densa presso alle 2^{or} circa di tempo medio di Roma. Sarà importante raccogliere i dati in altre regioni, specialmente più orientali per conoscere il limite dell' estensione di questo gruppo. Ma fin d' ora possiamo dire che esso fu assai ristretto, perchè la terra l' ha potuto attraversare nel suo più fitto in 2 ore poco più, e che quindi esso avea circa 120 mila miglia di larghezza, perchè la terra in un' ora ne percorreva 58974.

Questi elementi ci fanno la strada a calcolare quale poteva esser la distanza media di una meteora dall' altra. Infatti se per ipotesi quelle che erano visibili in un' ora da uno stesso luogo le stimiamo esser state 3000, e che fossero state tutte disposte su di una linea in direzione di quella che percorreva la terra e perciò comparse da un punto solo del cielo, siccome la terra nello stesso tempo percorre 60,000 miglia circa, ogni meteora avrebbe distato dall' altra 20 miglia. Ma questa distanza bisogna triplicarla perchè esse erano diffuse

(1) A tutto rigore il massimo in Londra fu stabilito a 1^h e 7^m in 10^m, a Oxford $1^h\ 15^m$ e ciò darebbe per l' Italia un ritardo di circa 1/4 d' ora anche contata la differenza di longitudine.

su di un' area e non su di una linea, quindi esse distavano in medio una dall' altra non meno di 60 miglia.

Questo ci dà un concetto che quella che pareva sì fitta pioggia era ben altro che molto densa. La loro massa era ancora poca cosa. Dalle ricerche di Al. Herschel risulta che cinque in sei grammi di materia in combustione possono dar luce pari alla maggior parte di queste stelle di 1ª grandezza. Benchè dunque assai numerose la lor massa è poca cosa. E se discesero molto basso non si ebbe però caso conosciuto di pietre cadute, il che mostra che la lor massa si scioglieva bruciando nell' atmosfera in polvere assai sottile.

Il comparire a gruppi dipendeva certamente da ciò che una massa unica principale si suddivideva in diversi frammenti per la diversa velocità acquistata nelle sue parti cadendo, e per la resistenza dell' aria.

Il fenomeno che merita attenzione singolare è la luce così viva del cielo, che fu notata da quasi tutti gli osservatori. E questa devo' dire che mi sorprese pure nella notte del 12 al 13 tanto che io potei scrivere la posizione delle meteore che vidi col lapis senza lume alcuno, e senza difficoltà, e potei vedere benissimo tutta la struttura della campagna intorno. La mattina poi del 15 questa luce durò forte assai fino alle 3ºʳ 1/4, dopo di che a vista d' occhio svaniva, e il cielo da chiaro che ora diveniva a fondo scuro di carico azzurro.

Il P. Denza a Moncalieri osservava allora un residuo di meteore, che quì non comparve.

Io attribuii quella luce a un poco di nebbia alta che diffondesse la luce delle stelle, ma mi rammento che anche nell' Agosto del 1850, in cui furono copiose le stelle, feci la stessa osservazione del cielo straordinariamente lucido. Io non voglio asserire che non possa ciò esser fenomeno meteorologico puramente, ma dico che mi pare strano, e merita di essere studiato.

E studiato con tanto maggior cura, in quanto che questa luce è connessa colla origine probabile di queste meteore. Infatti il signor Schiaparelli in una memoria che comparirà quanto prima nel *Bull.º Meteorologico* dimostra che è assai

probabile che le stelle dell' Agosto siano una dipendenza della cometa che ricomparve l' ultima volta nel 1862. Il sig. I. Herschel credette già che la luce zodiacale potesse esser formata dagli avanzi di queste code di comete restate sospese intorno al sole, e lentamente aggirantisi attorno ad esso, e precipitantisi quindi su i pianeti che incontrano questa nebulosità, la quale come si sa arriva fino alla terra.

Queste idee in altri tempi potevano parere ardite congetture, ma ora nol sono più. Delle comete famose si sono attenuate, spezzate e disciolte sotto i nostri occhi. Esse dagli esperimenti di polarizzazione della luce si sono trovate composte non tanto di materia coerente o propriamente gassosa, quanto di struttura analoga a un polviscolo. La teoria insegna che questa lor materia *deve* andarsi disperdendo continuamente. La lor natura si è dalle sperienze spettrali dimostrata analoga alle materie delle nebulose, e perciò non compatte, ma disciolte, e probabilmente della stessa loro natura. Quindi non è punto improbabile, che comete e stelle cadenti siano tutti corpi della stessa famiglia o che almeno queste siano in certo modo il polviscolo e per dir così *farina* di quelle.

Ognun vede che ampio orizzonte si apre per la fisica celeste dietro queste ricerche, e quanta sia la importanza di questo studio finora non coltivato quanto forse meritava, ma in cui anche senza strumenti ognuno può rendersi benemerito della scienza. Ed è a desiderare che gli amatori se ne occupino, perchè gli astronomi impegnati in ricerche più esatte con strumenti di precisione e di maggior interesse per la teoria difficilmente possono attendervi con assiduità. E questo lo raccomandiamo per l' anno prossimo, perchè vi sarà certamente rinnovamento dell' apparizione benchè forse non così splendida.

Del resto questo studio ha anche una influenza non indifferente sulla Astronomia della più alta precisione; perchè quantunque sia minima la massa di ciascuna stella cadente, tuttavia il loro numero essendo sterminato, la massa complessiva che cade sulla terra non è trascurabile in fine di molti secoli. Questo aumento di massa potrà forse render ragione di alcuni fenomeni che han torturato finora i calcolatori, senza

poterne dare sufficiente ragione colla teoria della gravitazione universale, quale è il fatto della accelerazione secolare della luna, e qualche perturbazione planetaria di origine ancora problematica.

Riepilogando per tanto apparisce che anche quest' anno si è verificato il ritorno predetto delle meteore, ma che ha ritardato di un giorno, come dovea, ma che è comparso senza il corredo di una maggior frequenza giornaliera nei dì precedenti, e seguenti.

Colla osservazione di questi fatti riceve anche conferma la teoria loro, la quale è stata in modo molto dotto esposta nel Bull.° Meteorologico dell' Osservatorio del Collegio Romano dal sig. Schiaparelli direttore dell' Osservatorio di Milano. Esso dimostra che una nube di materia cosmica entrata nella sfera di attrazione solare, deve perdere la sua figura primitiva che avea, e trasformarsi in una specie, di corrente continua formata di corpuscoli staccati la quale può durare a passare per più anni di seguito, e che venendo tagliata dalla terra nella sua orbita annuale, ci mostrerà il fenomeno delle apparizioni suddette. Una corrente continua come quella di Agosto apparirà ogni anno. Una discontinua avrà un periodo che dipenderà dalla sua lunghezza, dalla durata del suo giro e da quello della terra. L' orbita descritta dalle stelle del Novembre secondo questo astronomo avrebbe la forma di una ellisse coincidente quasi col piano dell'ecclittica, e avente un diametro di circa 21 raggi dell' orbita terrestre con periodo rivolutivo di 33 anni poco più. La nube meteorica che descrive quest' orbita già sarebbe tanto allungata da impiegare più di un anno ad attraversare il perielio. E quindi come nel 1833 la grande apparizione fu seguita da una meno splendida nel 1834, così l' apparizione di quest' anno non sarà esaurita e potremo aspettare qualche cosa anche per l' anno avvenire. Il fatto poi che prima e dopo questo passaggio non si è veduta frequenza notabile di meteore, mostra che la larghezza della corrente meteorica è minore dello spazio che la terra percorre in un giorno.

Le conclusioni del Prof. Schiaparelli sono un poco diverse nelle particolarità da quelle de' suoi predecessori e spe-

cialmente del sig. Newton ma combinano nella sostanza, e anzi fanno un passo più avanti, perchè dimostrano quale possa esser l'origine di questi corpi misteriosi. Eves ha fin d' ora assolutamente dimostrato come essi siano di origine cosmica, e che si potranno assoggettare alle leggi della meccanica celeste.

Anzi il principio da esso esposto è assai fecondo e può applicarsi alla costituzione delle comete, le cui forme hanno finora fatto il tormento e lo scoglio di tutte le teorie. È facile dimostrare che ove accada che per l' azione solare calorifica una massa cometaria venga ad espandersi e lanciare dal nucleo una porzione della materia a tal distanza che esca sensibilmente dalla sfera di attrazione del nucleo stesso, questa materia dovrà trovarsi ridotta ad una densità almeno 3 volte minore dal lato del sole che dal lato opposto, e che quindi il nucleo necessariamente non apparirà concentrico alla massa dilatata. Di più che le parti dal lato opposto al sole si disporranno, su di una curva che piegherà dal lato dello spazio che lascia la cometa stessa, mentre dal lato del sole non potrà formarsi che qualche breve getto che verrà presto disciolto. Non è dunque affatto impossibile che le comete e le stelle cadenti siano tutti corpi della medesima famiglia, e che così si possa avere un nuovo punto di vista con cui legare insieme sempre più le svariate parti del sistema solare tra di loro, e coi corpi che ne sono ad esso estranei. Noi non sappiamo se veruno abbia osservato il loro spettro, ma lo strascico azzurro indicato da molti come comune o piuttosto verdiccio farebbe crederle contenere del magnesio, o quella materia verde che forma le nebulose.

L'influenza dell' atmosfera fu evidente in Inghilterra ove alcuni osservatori notarono che pel forte vento le striscie si spostavano in cielo fino a 5 e 6 gradi prima di svanire, ma non è più possibile metter questi fenomeni nella categoria di puramente meteorologici atmosferici.

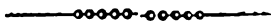
Nel numero dei *Comptes Rendus* dell' Accademia delle Scienze di Parigi del giorno 3 Dicembre 1866 tom. LXIII. pag. 961 trovo una interessantissima comunicazione di M.

Edm. Guillemin, sulle stelle cadenti del 13-14 Novembre. Risulta da essa che le stelle furono da lui osservate in mare a 45 miglia al nord est dell' Isola Flores la più settentrionale delle Azore, e che il massimo loro si ebbe dalle 10 alle 11 della sera del 13, e dopo le 11 ore cominciarono a diminuire. Il massimo adunque deve essere stato poco prima delle undici; giacchè dappertutto risulta che dopo il massimo fu sensibile il decremento del loro numero con molta rapidità.

La longitudine dell' Isola succitata essendo circa $2^h 5^m$ da Londra, l' ora del massimo colà osservata viene a corrispondere a $1^h 5^m$ ant. di Londra, e (lasciando da parte le minori frazioni di tempo relative alla posizione del bastimento, perchè il massimo non è notato con sufficiente diligenza) se ne può però dedurre la contemporaneità molto soddisfacente poichè coincide coll' ora del massimo a Londra a $1^h 7^m$ ant. Inoltre il sig. Aristide Di Coumbary in un articolo inserito nell' *Étoile d' Orient* n. 295 dice che le stelle cominciarono a Costantinopoli alle 2 ant. del 14. È noto che qui in Italia quei che le poterono osservare videro la loro frequenza cominciare in modo decisivo a un' ora ant., che corrisponde propriamente a 2^h di tempo di Costantinopoli, onde i tempi anche qui combinerebbero. È da desiderare che si possano avere in Oriente altri riscontri, ma i fin qui discussi sono già sufficienti a stabilire l' identità del massimo in tempo assoluto pel nostro emisfero. È quindi evidente la necessità di organizzare un sistema di osservazioni più diligenti su tutto l' emisfero nelle prossime vicinanze del periodo di Agosto, acciò si possa conoscere il vero massimo, che l' anno scorso accadde in ora diversa da quella in cui si fecero da noi le osservazioni fra Roma e Civitavecchia.

Osservò ancora il Guillemin che stando allora il punto del Leone sotto l' orizzonte le stelle salivano talora verticalmente dall' orizzonte stesso e traversavano l' emisfero in 6" circa di tempo. Ora può stabilirsi che in mare libero all' altezza ordinaria dell' occhio sul ponte di un bastimento comune si possa vedere uno spazio d' orizzonte che riferito al limite infimo dell' altezza comune di queste meteore, di circa 30 chilometri sia di 6 in 7 gradi geocentrici, onde si

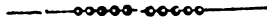
avrebbe una estensione di circa 400 miglia di traiettoria in 6". Ossia le meteore avrebbero camminato con una velocità di 66 miglia per secondo. Questa velocità è superiore alla parabolica, anche detratta la contraria della terra che è di 16 miglia ma essa era certamente sturbata dall' azione della terra, e bisogna vedere fino a che limiti può assumersi esatto il tempo indicato e come fu determinato. Sicchè l' apparizione di quest' anno merita di esser discussa con più precisione che non si è fatto finora, e bisogna raccogliere con diligenza tutti gli elementi, interrogandone direttamente quelli che hanno avuto la fortuna di vederle per raccoglierne i dati che sono assai preziosi.

È sperabile che dai giornali de' naviganti nell' Atlantico avremo de' ragguagli da' quali raccogliere anche qualche elemento ulteriore ed estender meglio la scala del tempo relativo alla simultaneità dell' apparizione che dal sopra esposto è estesa circa a 4 ore di longitudine.

DELL' ASSORBIMENTO DEL CALORICO IRRADIANTE DALL' ARIA SECCA E DALL' ARIA UMIDA; DI WILD.

(*Phil. Mag.* Ottobre 1866)

I nostri lettori conoscono la divergenza che malgrado ripetuti tentativi persiste fra due dei più abili sperimentatori dei nostri tempi, i sigg. Magnus e Tyndall. Magnus sostiene che l' umidità o il vapor acqueo aggiunto all' aria ha un' influenza debolissima se pure esiste sul potere assorbente dell' aria per il calore raggiante, mentre Tyndall sostiene che l' aria umida assorbe molto più il calore che l' aria secca.

L 'A. ha ripetute le esperienze dei due Fisici citati modificando e correggendo i processi del metodo sperimentale e dice di avere costantemente trovato che l' aria umida assorbe più della secca.

Osserviamo che l' esperienza di Magnus è fatta usando uno strato d' aria lungo un piede. D' altra parte Tyndall adopera uno strato d' aria lungo 4 piedi. Riferendo alla stessa grossezza di strato d' aria i risultati ottenuti, le differenze trovate fra i due sperimentatori non sarebbero poi così grandi da escludere la possibilità di metterle d' accordo. Non sarebbe difficile di immaginare un' esperienza fatta con due tubi anche più lunghi e con opportune sorgenti di calore che togliesse definitivamente ogni incertezza.

PENSIERI SULLA BIOLOGIA VEGETALE, SULLA TASSONOMIA, SUL VALORE TASSONOMICO DEI CARATTERI BIOLOGICI, E PROPOSTA DI UN GENERE NUOVO DELLA FAMIGLIA DELLE LABIATE; PER FEDERICO DELPINO.

Quis est tam vecors, qui ea quae tanta mente fiunt, casu putet posse fieri?

Cic.

CAPITOLO I.

Sulla biologia vegetale.

I mirabili istinti mercè cui gli animali provvedono alle necessità della loro esistenza e di quella della lor prole, i costumi loro differentissimi, nei quali si estrinseca il principio immateriale ed intelligente della vita animale, porsero argomento a bellissimi studi e ricerche onde s'illustrarono Réaumur, Buffon, Huber, Dzierzon e moltissimi altri che non occorre enumerare. Il complesso ordinato delle nozioni che derivano da simili studi e ricerche, costituisce a mio parere, un ramo di scienza a parte, a bastanza ben circoscritto ed importantissimo, che io denominerei biologia o più propriamente etologia. Sebbene nessuno tra i zoologi abbia sotto questo o sotto altro titolo pubblicato giammai un trattato scientificamente ordinato su tale argomento, nessuno almeno tra i zoologi medesimi si è mai sognato di comprendere ed incorporare dette nozioni fra quelle che sono il legittimo retaggio della fisiologia. Tanto il còmpito di quest'ultima scienza, consistente nel prendere ad esame le funzioni interne così della nutrizione che della propagazione negli animali, è distintissimo da quello della scienza d'indole storica che prende a descrivere gl'istinti, gli atti e le abitudini in cui si estrinseca il loro specifico principio vitale.

In questa incongruità incorsero invece generalmente i fitologi, i quali nei trattati generali o speciali che pubblicarono sulla botanica non seppero bene isolare i fenomeni delle esternazioni vitali delle piante, e li trascurarono oppure li amalgarono coi fenomeni della vita interna. Si può avere facilmente la spiegazione di qnesta incongruità se si pensa che dovette essere la legittima conseguenza di alcune opinioni assai radicate e diffuse, le quali non ostante mi sembrano pregiudicate.

Negli animali, costituiti come sono di elementi istologici di molle consistenza, ovvii e facilmente riconoscibili si presentano gli atti e le estrinsecazioni della loro sensitività, velleità ed intelligenza, e ciò mercè il sicuro pronostico della locomozione nel tempo e nello spazio. Laddove le piante fatalmente incatenate in elementi anatomici rigidi e poco flessibili, e per lo più fissate al suolo inesorabilmente, non sogliono che in rarissimi casi dar prova di sensitività. E siccome la sensitività fu giudicata il solo prodromo vero ed indizio certo della intelligenza, egli è perciò che la intelligenza venne generalmente negata alle piante. Questa conclusione a me pare un grave errore, figlio d'una superficiale apprezziazione dei fatti.

Colla scorta di sereno spirito filosofico si sollevi il velo dell'apparente immobilità ed insensibilità delle piante, e sotto esso si ravviserà il principio vitale senziente, plasmante ed intelligente, manifestato da una serie di fenomeni curiosissimi, i quali rivaleggiano per numero, per varietà, per genio e per efficacia con quelli presentati dagli esseri del regno animale.

Sì, gli organi delle piante, una volta evoluti ed anco nello stadio della evoluzione, sono generalmente inflessibili, ma tali non son già gli elementi anatomici allo stato nascente e prolificante. Il principio informatore delle piante si prevale di quest'unica risorsa, e con una sorprendente prescienza, con una esattezza matematica, plasma, predispone, conduce ed induce le molli cellule a produrre organi, rigidi bensì ma conformati in modo che poi riescono agli stessi stessissimi scopi, a cui riesce la locomotilità animale e colla stessa stessissima perfezione. A questa stregua io non so indurmi a veder differenza nei gradi d'intelligenza spiegati dal principio vitale negli animali e nei vegetali.

E per meglio provare tale assunto, veggasi a quali utilità risponda per gli animali il prezioso dono della locomozione.

Primaria utilità si presenta quella di procacciarsi il vitto necessario. Siccome questo vitto per gli animali è costituito unicamente di sostanze organizzate, la facoltà del moto dovette essere una condizione *sine qua non* della loro esistenza, giacchè le sostanze organizzate non riempiono che una piccola parte del globo terraqueo, e non sono mobili o se lo sono rifuggono anzi dal dente del divoratore. Le piante invece che essenzialmente si nutrono di sostanze minerali, trovano negli elementi della terra e dell'aria inesauribile provvigione di cibo; e siccome l'aria è per se un elemento mobilissimo, fu provvisto che, non potendo le piante andare al vitto, il vitto andasse alle piante.

Altra importantissima utilità della locomozione negli animali si è quella di sfuggire ai propri nemici. La Natura, se non in tutte le piante, nella maggior parte però ha provveduto con sapientissimi ripieghi. O sono dotate di una costituzione tanto prolifica (per via di gemmazione) che il dente ed il piede dell'erbivoro lunge di nuocere ad esse, in definitiva non fa che rinvigorirle e moltiplicarle, e questo è il caso delle graminacee. O rigurgitano di succhi amari, nauseosi e velenosi, od esalano gravi olezzi che le rendono temibili, rispettate ed aborrite, se non da tutti, almeno dalla maggior parte degli animali. O infine sono vestite di peli e di escrezioni viscose per rendersi inabitabili ai piccoli loro nemici, gl'insetti, oppure armate di aculei, di stimoli e di spine per difendersi dai nemici di maggiore statura. É noto quanto grande sia nelle piante la frequenza delle spine, armi alcune volte terribili, per es. nei *Cactus*, nelle *Yucca* ecc. L'uomo rozzo, ben prima di alcuni scienziati che sofisticarono essere le spine apparecchi elettrici, con felice intuizione ed applicazione della significazione biologica delle medesime, seppe usufruttuare le piante che le portano e farne insuperabili siepi a difesa de' suoi poderi. Nelle gleditschie poi la funzione biologica delle spine è per se tanto cospicua, da convertire ogni più incredulo avversario delle idee teleologiche. Le foglie dei rami più vicini alla terra, quelle insomma che sono soggette ad essere attaccate dagli erbivori, e sopratutto le tenerissime che escono da gemme avventizie verso la base del

tronco arboreo, sono protette da tali robuste e terribili spine a più cuspidi, che mi penso farebbero indietreggiare un elefante. Ma di mano in mano che il fusto si eleva, le spine che emette sono minori, più semplici e men dure, infino a che nella corona dell'albero, posta al sicuro dagli attacchi degli erbivori attesa la sua elevazione, diventano nulle o affatto insignificanti. Quanto agli stimoli, giovi rammentare l'ortica dell'isola di Timor la cui puntura è tanto crudele da poter compromettere la vita di un uomo, giusta quanto riferiscono alcuni. E si noti la curiosa coincidenza, la quale potrebbe benissimo essere una mera casualità, ma che potrebbe anco avere un significato funzionale biologico. Le ortiche vanno annoverate tra le non numerose piante come sarebbero la borrana, la parietaria, la vulvaria ecc., le quali sogliono accompagnare l'uomo nelle sue abitazioni, per cause non ancora ben cognite ma che probabilmente dipendono dal bisogno che questi vegetali hanno di vivere nelle macerie e nei ruderi, per ivi più agevolmente rifornirsi dei principii nitrosi ed ammoniacali di cui riboccano i loro sughi. Ora gli stimoli delle ortiche ben poco varrebbero a difenderle dagli animali, il cui spesso derma, compreso il labiale e linguale, poco o punto ne risentirebbe danno, mentre invece riescono assai offensivi alla nuda pelle dell'uomo.

Una terza importantissima utilità che agli animali ridonda dalla facoltà locomotrice si è quella che a determinati intervalli favorisce il richiamo e la coabitazione degl'individui dei due sessi.

Ora come si diporteranno le piante per conseguire lo scopo medesimo, sfornite come sono di organi semoventi? E si noti che il trasporto del polline di un fiore alle aperture ovariane di altri fiori, oltre essere una palese necessità quanto alle piante fornite di fiori unisessuali, è una legge generale anche per le piante ermafrodite. (La tesi linneana che in un fiore ermafrodito gli stami circonferenziali siano i veri mariti degli ovari centrali, è falsa nella grandissima pluralità dei casi, e negli altri pochi è una vera eccezione alla regola).

È in questo frangente che si appalesa in tutta la sua evidenza la intelligenza del principio plasmatore dei vegetali, facendo della maggior parte dei fiori altrettante trappole con stu-

pendi e variatissimi ingegni combinate, per affidare *il compito di pronubi mercenarii* agl'insetti, i quali, inconsciamente malgrado *la intelligenza loro in apparenza assai più sveglia*, si prestono al delicato uffizio di trasportare il polline da un fiore agli stimmi d'un altro fiore. Ma di ciò discorreremo infra alquanto più distesamente.

Infino per citare anco un esempio della utilità della locomozione presso gli animali, accennerò essere alla medesima immediatamente affidata la diffusione degli animali medesimi in tutto il globo terraqueo.

Ma quanto genio non dispiega il principio intelligente animatore dei vegetabili, nel còmpito biologico della disseminazione e della diffusione delle piante! Ei qui trionfa completamente delle rigide catene imposte alla pianta, ed anzi riesce a conseguire lo scopo sovra una scala più vasta e con maggiori risultamenti. Infatti, generalmente parlando, la diffusione delle specie vegetali succede più facilmente, più rapidamente ed estesamente che quella degli animali.

Il principio vitale comanda agli agenti atmosferici, e impone ai venti la disseminazione, convertendo in pappo piumoso, quando gli stili di alcune clematidi, anemoni, driadi ecc., quando il calice delle singenesie e di certe valeriane, circondando di soffice peluria o di un ciuffo papposo i semi del cotone, delle apocinee, delle asclepiadee, degli epilobii e dei pioppi, nonchè le cariossidi di alcune graminacee, convertendo in una gran massa piumosa pannocchie intiere, ad esempio quella del *Rhus Cotinus* ove i numerosi rami sterili si cambiano in altrettante code piumose, accompagnando di una brattea il peduncolo fruttifero del tiglio (1), foggiando a samara alata i frutti degli ace-

(1) È degno di nota il qui riportare per che modo io venni in cognizione della funzione biologica della brattea adnata per metà al peduncolo fruttifero del tiglio. Tutti i morfologi hanno per verità esaminato e discusso lungamente il fenomeno della aderenza ora citata nonchè la sua significazione organografica, ma nessuno per quel che io mi sappia ne ha spiegato la singolare significazione biologica.

Passeggiando dunque io nell'Ottobre del 1866 in un giorno ventoso per una via di Firenze, scorsi alquanto più in alto della mia persona procedere innanzi volando un oggetto che per buona pezza ritenni, con illusione completa, atteso anche un leggiero vizio miopico della mia vista, altro non

ri, dell'olmo, del frassino, dell'ailanto, orlando di un ala membranosa i semi dei pini, degli ontani ecc., e infine conformando a palle suscettibili di essere rotolate a considerevoli distanze le infiorescenze secche e staccate di parecchie piante abitatrici delle pianure arenili, per esempio dell'anastatica di Gerico, dell'eringio marittimo, dell'echinofora ecc.

Non contento di ciò, il principio vitale nelle piante premedita che gli animali e segnatamente i volatili potrebbero essere con gran vantaggio adoperati per la diffusione dei semi, e con sottili artificii sa provvedere allo scopo. Conciossiachè arma di glochidi e di ami i frutti dell'agrimonia, gl'involucri degli *Xanthium*, converte in uncini gli stili dei *Geum*, le *foglie degl' involucri* nelle calatidi degli *Arctium*, il calice della *Valerianella echinata* e V. *hamata*, oppure veste di rigide sete e palee denticolate a ritroso i frutti di alcuni *Galium*, di parecchie graminacee ed ombrellifere, le achene della *Bidens* ecc., oppure linisce alcuni semi con vernici e secrezioni viscose, ad es. quelli di

dover essere che una farfalla, appartenente forse a una specie per me nuova. Siccome la direzione dell' oggetto medesimo e la sua velocità di traslazione coincidevano presso a poco con quelle che avea io, così mi riescì facile di seguitarlo per un tratto di circa una trentina di passi, fino a tanto che, abbassatosi quello alcun poco, mi riuscì di afferrarlo colle palme, e invece di stringere una farfalla, mi accorsi non senza sorpresa di avere colto un frutto di tiglio munito del peduncolo e dell' aderentevi brattea. Allora mi feci a riflettere sul gioco che poteano avere le sue parti in quel viaggio aereo e rimasi colpito della semplicità e perfezione di quel piccolo apparecchio areonautico, che per la ben calcolata proporzione dei suoi elementi son persuaso farebbe la meraviglia di un matematico. Il frutto che è la parte specificamente più ponderosa, serve di contrappeso, e mantiene l' apparecchio in posizione tale che il peduncolo si conserva verticale e la brattea rimane alquanto obliqua nel senso della sua lunghezza.

Si ha così un apparecchio affatto analogo *al cervo volante* ossia aquilone che nei giorni ventosi s' inalza per diporto dai giovinetti. Colla differenza però che il cervo volante, per avere la lama di elevazione terminata da una lunghissima appendice che gli serve di timone, procede coll' asse orizzontale sempre volto nello stesso senso, mentre invece il piccolo apparecchio areonautico del frutto di tiglio procede innanzi con moto giratorio e vorticoso, i cui giri si fanno più o meno frequenti a seconda della maggiore o minore veemenza del vento.

Questa variante, sebbene possa sembrare a primo aspetto fortuita e inconcludente, è invece ingegnosissima ed essenzialissima. Infatti nel cervo

un *Carduus* (*pycnocephalus?*), del *Carpesium cernuum*, del visco, fornisce in fine di una gran copia di plumule viscosissime i frutti del *Myzodendron punctulatum*. Ora le sementi e i frutti succitati aderiscono per cosiffatti ingegni o al pelo dei mammiferi, o alle piume, alle zampe, al becco degli uccelli, e viaggiano con essi lungo tratto fino a tanto che sono qua e colà dispersi, in luoghi qualche volta distantissimi dal sito nativo.

Questi inconsapevoli corrieri ed agenti della disseminazione dei vegetali, non ricevono alcuna mercede pel loro servizio. Ma non sempre ha luogo tale ingiustizia. Infatti il principio vitale provvede a che i semi di numerose piante stiano annidiati in una polpa zuccherina e comestibile, la quale viene dai quadrupedi, dagli uccelli, dagli uomini stessi mangiata e digerita: non però i semi, i quali, opportunamente protetti dall' azione dei succhi gastrici mediante un inviluppo testaceo indigeribile, viaggiano nello stomaco degli animali carpofagi, e sono resi alla terra quà e colà in siti sovente dal nativo assai distanti e di più

volante la lunghezza del filo che sottende la lama elevatrice, la gravità del peso che tende il filo, non chè la lunga appendice che gli serve di timone, fanno sì che anche un vento violentissimo non giunge a turbare l' equilibrio dell' apparecchio e a rovesciarlo.

Ora la natura, mirabilmente semplice ed economica ne' suoi trovati, imprimendo all' apparecchio il moto di traslazione con asse girante a vece che con asse a direzione costante, ha sciolto col minor possibile dispendio di materia il problema di assicurare al medesimo lo equilibrio stabile, a fronte anco di un vento veemente, la cui forza viene appunto ad essere diminuita od elisa dall' aumentata frequenza dei vortici. Altrimenti avrebbe dovuto sprecare una ingente quantità di materia nel produrre un appendice caudale, un peduncolo di stragrande lunghezza, ed un frutto assai ponderoso. (Già era scritta questa nota, quando incidentalmente venni a sapere, per indizio del preclaro Prof. Parlatore, che A. P. Decandolle nella sua Physiologie végétale avea fatto cenno della brattea del tiglio qual mezzo di disseminazione. Trovai infatti, a pag. 507 di detta opera, il seguente periodo. « Les bractées isolées qui on trouve dans certaines plantes servent aussi d' ailes ou de parachutes pour favoriser la dissémination: ainsi, dans le tilleul, la bractée qui est soudée au pédicelle joue évidemment ce rôle ». Da questo passo si può desumere avere il De Candolle indicato il fenomeno piuttosto per una vaga sebben fondata induzione, anzichè per una esplicita osservazione di fatto. Per il che ho pensato conveniente di lasciar sussistere nella sua integrità questa nota).

con acconcia misura concimati. Le parti che si cambiano e si organizzano in questa polpa comestibile sono morfologicamente diversissime. Ora è il peduncolo fruttifero come nella *Hovenia dulcis*, ora è il peduncolo e il pericarpio insieme fusi, come nei pomi, nei peri, nelle frutta delle nespole, delle sorbe, dell'azarolo ecc., ora è il calice ingrossato come nel moro, ora è una espansione dell'asse racchiudente i fiori come nel fico, ora una espansione dell'asse racchiusa invece dal fiore come nella fragola, ora è il mesocarpio e l'endocarpio come nella maggior parte delle bacche, nei rovi ecc., ora è il mesocarpio semplicemente come nelle drupe de' ciliegi ecc., ora è un tessuto accessorio come nei *Citrus*, ora è la placenta o il funicolo o l'arillo, o tutti od alcuni soltanto di cotali organi (V. Caruel — Studi sulla polpa che avvolge i semi. Firenze 1864). Ma per contro non si dà un solo esempio che la parte la quale subisca questa trasformazione sia l'involucro testaceo dei semi locchè equivarrebbe alla sicura perdita degli ovoli, e sarebbe un controsenso teleologico (1).

Il principio vitale infine, per non lasciare intentato niun mezzo e niuno spediente che una mente umana la più fertile possa escogitare per lo scopo della disseminazione, non ha mancato di esperimentare il partito della projezione per elasticità. Ora è il pericarpio che nella *Momordica Elaterium* fortemente comprime la semiliquida polpa in cui nidulano i semi, in guisa che quando il frutto si disarticola e stacca dal peduncolo, l'una e gli altri escono in un getto continuo dal foro della rottura con una singolare forza di projezione e con imitazione perfetta del meccanismo di una siringa di guttaperca. Ora è l'epi-

(1) Alcuni potrebbero essere tentati di obiettare che presso non poche specie dei generi *Amaryllis*, *Crinum e Pancratium*, gl' involucri seminali prendono uno sviluppo enorme e si cambiano in una massa carnosa. Ma bisogna avvertire che questa massa, più o men solida, forse velenosa e non comestibile, è chimicamente e fisicamente diversa dalla polpa acquosa, gelatinosa ed essenzialmente comestibile che si accumula nei frutti delle sovra numerate piante. Io vado persuaso che la massa carnosa attorniante gli embrioni delle suddette amarillidee risponde ad altro scopo biologico che non è la disseminazione. Probabilmente servirà per preparare alle pianticine nascenti un alimento particolare con funzione analoga a quella del perisperma, oppure per somministrare una specie di concime.

dermide dell'involucro seminale testaceo che nelle ossalidi, diventato succulento ed elastico, rompendosi con violenza, lancia il seme con gran forza fuori della capsula. Ora sono le due metà d'una foglia carpellare che, presso molte leguminose scattano e si rompono per elasticità di contorsione spirale. Ora sono le foglie carpellari del *Cardamine impatiens* e di altre crucifere che saltano via recurvandosi elasticamente dalla base all'apice. Nel genere *Balsamina* le cinque valve del frutto, quando sono pervenute a un dato punto di maturità, si aprono longitudinalmente, e istantaneamente approssimando i due capi, con imitazione del moto di una mano che improvvisamente si chiuda, spandono intorno i semi. Nel genere *Geranium* le foglie carpellari *si staccano dalla loro inserzione basilare per elasticità di spira complanata e tuttavia restando aderente alla columella* projettano i semi. Nel genere *Erodium* invece, le carpelle, non potendo abbandonare i semi perchè l'incarcerano completamente, *si staccano dalla inserzione basilare ad un tempo e dalla columella per elasticità di spira elicoide* e in un coi semi scattano lunge parecchi palmi. Nel genere *Pelargonium* le foglie carpellari sono foggiate appunto come nell'*Erodium*, ma presentano di più un altro ingegno pella disseminazione. La spira elicoide cioè onde terminano le carpelle è tutta vestita di peli assai lunghi, ed è convertita in un vero pappo, suscettibile di dar presa al vento. In ambi poi i generi *Erodium* e *Pelargonium* la parte caudale delle carpelle è un sensibilissimo igroscopio. Ad ogni menomo cambiamento igrometrico nell'atmosfera, storce (all' umido) e contorce (al secco) le sue spire, e così facendo consegue due fini, di allontanarsi cioè maggiormente dalla pianta madre, e, trovato un terreno soffice, di conficcarvi il seme, con modo d'agire analogo a quello della trivella.

Queste osservazioni sulla disseminazione nei generi *Geranium*, *Erodium* e *Pelargonium* feci fin dai primi tempi che mi occupai di studi botanici (dal 1850 al 1852).

Un consimile ingegno, sebbene attuato sovra un organo morfologico d' origine diversissima, presentano i frutti delle avene, specialmente quelli della comunissima *Avena fatua*, i quali si trovano racchiusi entro una gluma sormontata da un' aresta

contorta a spirale per un certo tratto, e quindi terminata in un gomito non contorto. Questa gluma ad ogni cambiamento igrometrico distorcendo e contorcendo l'aresta, porta a passeggiare con sè la cariosside che racchiude.

Dal fin qui detto chiaro apparisce che se agli organi delle piante, composti come sono da elementi istologici di rigida consistenza, non è dato, salvochè in pochi casi eccezionalissimi, per esempio nelle *zoospore* e negli *anterozoidi* delle crittogame, di godere della facoltà locomotrice, non ostante, il principio intelligente plasmatore delle medesime ha superato per così dire sè medesimo, ed ha supplito ampiamente al fatale difetto con mille combinazioni e disposizioni, ingegnose l'una più dell'altra. E per verità, a meno che grandemente non erri, si può sostenere che la intelligenza sviluppata in genere nella struttura funzionale delle piante, non sia da meno di quella più appariscente che si appalesa negli animali. E con ciò non intendo sostenere che negli esseri organizzati il grado d'intelligenza di cui sono portatori, sia pari perfettamente ed equilibrato in tutti. La legge della uguaglianza non esiste in natura, e del pari che tra gli uomini sonvi quelli o di maggiore forza fisica dotati, o di maggior potenza intellettuale o adorni di maggior bellezza, del pari che la stirpe caucasica la vince in facoltà morali ed intellettive sulle altre stirpi della specie umana, del pari che i mammiferi sono superiori di forme e di facoltà ai serpenti ed ai batrachii, del pari che l'aquila sorpassa in organizzazione lo scomparso *Didus ineptus*, che lo squalo eccelle sopra l'*Amphyoxus*, gl'imenotteri sovra i ditteri, i cefalopodi sovra gli altri molluschi, così pure nelle diverse piante hannovi diversi gradi di perfezione morfologica non meno che biologica: come avremo in seguito occasione di più diffusamente discutere e dimostrare.

É vero che non sempre riesce d'instituire circa la misura dell'intelligenza un parallelo soddisfacente, quando si prendano a soggetti di confronto esseri che appartengano a regni od anche ordini naturali disparati. Quei che per esempio si arbitrasse a giudicare quale sia il soggetto ove s'incarni maggior dose d'intelligenza se il cane, se il *Conurus monachus* (1), l'ape, una

(1) Scelsi tra gli uccelli questo esempio, perchè possedetti un psittaco di tale specie, dotato d' intelligenza e di sensibilità veramente straordinarie.

pianta di *Catasetum* o di *Asclepias*, non potrebbe venire a capo di un retto giudizio, giacchè mancano i termini di vera relazione e confronto. Ma ponendo invece a fronte il cane e la talpa, il *Conurus* e il dronte, l'ape e la mosca, una pianta di *Catasetum* e di un ofride, di *Asclepias* e di un pino, ben si potrà dire che i primi sono la sede di maggior intelligenza nello stesso tempo che posseggono una organizzazione più squisita e perfetta: che insomma prevalgono e biologicamente e morfologicamente. Nè vale il presumere che tutti gli esseri siano egualmente perfetti, dappoichè nulla loro manchi di ciò che alla loro essenza ed esistenza torni utile e confacente. L'ostrica ha tutto quel che conviene per essere e rimanere ostrica. L'ostrica dunque da taluni si vorrà dire perfetta nel genere e nella specie sua. Per certo la stessa cosa può profferirsi al riguardo di tutti i viventi, e nondimeno molti sono gli animali di gran lunga più elevati dell'ostrica nella scala della perfezione così organica, che funzionale e biologica.

Se nelle precedenti pagine, forse soverchiamente diffondendomi, ho riferito un cumulo di fenomeni d'ordine biologico, i quali, eccettuate ben poche cose nuove, sono generalmente conosciuti, ciò non feci senza scopo ed ebbi di mira i seguenti punti.

In primo luogo passando in coordinata rapidissima rassegna i fenomeni medesimi, mirai a porgere una definita idea dei limiti della biologia non che dei materiali che la costituiscono.

In secondo luogo, raccogliendo dette nozioni da diversi punti dei trattati fisiologico-botanici, ove sono disperse e più o meno spostate, e concentrandole in una massa imponente, mirai a trascinare subito il giudizio e vincere la causa contro quelli che avversano le idee e le interpretazioni teleologiche, e che ritengono potere al solo caso ridurre e attribuire tanti fatti, che sono invece per me patentissimi sintomi di un principio immateriale, intelligente, presciente, nonchè di un piano preconcetto di creazione o almeno di evoluzione.

Ma sovratutto mirai a far nascere la seguente idea, la quale naturalissima sgorga dal riflettere sulla congerie dei fatti sovra citati.

L'estrinsecazione della vita nei vegetali ha degli scopi che nessuno di sana mente vorrà negare.

Questi scopi, diretti a soddisfare ineluttabili bisogni, quelli per esempio della fecondazione reciproca e della diffusione delle piante, sono conseguiti mediante tanto mirabili artifizii, ingegni e meccanismi, che di migliori e più acconci la mente umana, la quale pure è conscia della propria intelligenza e del proprio vivere nel campo spirituale del pensiero e delle idee, non saprebbe inventare nè concepire. Di qui scaturisce la necessità logica di non diniegare il campo medesimo delle idee e del pensiero anche agli altri organismi.

Ma vi ha di più. Perocchè quando si tratta di raggiungere uno scopo prestabilito, il principio vitale non si contenta di sciogliere il dato problema con una formula unica, o plasmando e trasformando un solo organo, ma invece, dando prova di una fertilità inventiva prodigiosa, moltiplica fino all'infinito le formole stesse, e, come cera duttile in mano dell'artista, plasma, informa e trasforma a suo pieno talento, il primo e qualsiasi organo che gli si presenti. Infatti quale organo non vedemmo metamorfosarsi e prendere attiva parte alla disseminazione? Notammo così l'arillo, il funicolo, la placenta, l'asse incluso, l'asse escluso, l'endocarpio, il mesocarpio, le produzioni epicarpiche, epidermiche ed epispermiche, il peduncolo, la brattea e perfino i rami stessi delle infiorescenze. E quale artificio vedemmo inadoperato? Notammo le ale, le piume, il paracadute, il cervo volante, la trivella, gli ami, gli uncini, il visco, la siringa, gli elaterii ec.

Quindi appare a mio credere fulgidamente attestato e dimostrato il gran fatto cosmico del dualismo antagonistico tra lo spirito e la materia, tra il principio agente e il principio paziente. Quindi mi par manifesto che il pensiero e l'idea, che regge i destini dell'uomo e della umanità, predomina egualmente e governa non meno gli altri esseri viventi. Quindi è che la morfologia deve essere suddita della biologia. E senza il soccorso della biologia, che cosa è la morfologia se non che una ingrata, arida ed infeconda contemplazione di forme e metamorfosi, delle quali sfugge il concetto, la significazione, lo spirito? Che cosa è la morfologia pura e semplice se non che la

misura della nostra ignoranza? Ma opportunamente adjuvata dalla biologia, si completa e risorge, ed ambedue sorreggendosi, formano insieme un complesso scientifico, di alto interesse filosofico. Così la mente umana può elevarsi sino alla intuizione dei pensieri e concetti ideati e realizzati dal Supremo Motore nella creazione oppure nella evoluzione dell' universo.

È sotto questo punto di vista che la biologia, considerata come un ramo distinto delle scienze naturali sorge alla sua vocazione e soddisfa alla sua missione speciale. Bene sceverata dalla fisiologia, la quale si applica a indagare i fenomeni di vita interiore, attinenti alla formazione, evoluzione e moltiplicazione di organi e di organismi, la biologia vive in una sfera diversa, e, studiando i fenomeni della vita esteriore, viene di necessità ad investigare e toccare i rapporti e le armonie che collegano nel gran centro della vita cosmica le singole vite degli esseri individualizzati.

Sotto questo punto di vista si può arguire fin d'ora quanta importanza debbano avere le nozioni biologiche per la retta classificazione delle piante, ma più propriamente per la giusta apprezziazione scalare della maggiore o minore perfezione organica, quantunque fino al dì d' oggi non siano state utilizzate a tale riguardo. Ma prima di toccare del valore tassonomico dei caratteri biologici, mi occorre di schiarire maggiormente alcune idee, e tentare per quanto possibile di rimuovere objezioni che da molti saranno elevate contro il modo di vedere sovra esposto.

M'incombe qui dir poche parole in giustificazione del vocabolo *biologia* da me adottato. Per certo il termine *etologia* sarebbe parso a taluni più adatto. Etologia allude a scienza de' costumi. Ora i costumi presuppongono nel subietto maggior dose d'arbitrio e di libertà d'agire di quel che non paja doversi accordare alle piante. Preferisco il termine biologia perchè di più nobile dicitura ed alquanto più generico.

CAPITOLO II.

Objezioni.

Articolo I. Sul vitalismo.

Due teorie diametralmente opposte si affaccendarono sempre mai per dare una plausibile spiegazione dei fenomeni cosmici e delle loro cause produttrici, fin da quando lo spirito umano educato da molteplici relazioni sociali e da cognizioni accumulate per via di tradizione, crebbe abbastanza maturo per riflettere il pensiero sovra se stesso e sovra gli oggetti esteriori. L'una può essere chiamata la teoria del dualismo e l'altra la teoria dell' unitarismo assoluto. La teoria del dualismo ammette generalmente nel cosmo due principii, l' uno agente, l'altro paziente, l'uno imperante, l'altro suddito, l'uno intelligente, l'altro bruto. Ammette cioè come due enti distintissimi lo spirito e la materia. Virgilio con felice poetica divinazione espresse assai bene questa teoria quando cantò

Spiritus intus alit, vastamque infusa per artus
Mens agitat molem et magno se corpore miscet.

La teoria dell'unitarismo invece non ammette che un principio unico nell' universo, cioè la materia, alla quale appone i caratteri della eternità, dell' immensità, dell'intelligenza, come altrettante qualità dalla medesima non dissociabili.

Ora finchè alla mente umana sfuggiranno le ultime ragioni delle cose, l'uomo non potrà fabbricare che teorie più o meno plausibili, più o meno appaganti, e come teorie appunto e nulla più che teorie stettero, stanno e staranno gli opposti sistemi dello spiritualismo e del materialismo, senza che nè per l' uno nè per l' altro vi sia probabilità di avere armi tanto decisive e argomenti tanto formidabili da debellare e uccidere per sempre la parte avversaria.

Il vero punto della questione non deve dunque consistere nella pretensione di fondare una dottrina, di spacciar dogmi o profferir sentenze, ma semplicemente nell' esaminare con attenzione, e nel ponderare spassionatamente quale delle due teorie abbia maggiori probabilità in suo favore.

O m'inganno assai, o senza comparazione più numerosi sono i punti di probabilità per la teoria spiritualistica. E gli argomenti che mi traggono a questa conclusione sono principalmente forniti da quelle scienze medesime il cui còmpito si restringe alla pura cognizione della materia.

La fisica elementarissima ad ogni passo insegna che la materia per se medesima è inerte, anzi con un singolare antilogismo le attribuisce la forza d' inerzia, come se l' inerzia fosse una forza, quando è invece evidentemente difetto di forza (1). Non si saprebbe citare nè anco un solo esempio che la materia, entro se stessa e da per se stessa, sia capace ad ingenerar moto. Si ha invece costantemente l'esempio contrario, ove la materia riceve il moto, lo porta e lo comunica, e giammai ne porta o ne comunica più di quel che ne abbia ricevuto. Suppongo il perfetto vôto innanzi a me. Prendo un globo, poniamo di ferro, e lo slancio nell' infinito. Se il globo non trova ostacoli nel suo sentiero, nei quali di mano in mano trasfondere o trasformare il movimento che ha ricevuto, e così a poco a poco rallentarsi per infine fermarsi, *correrà eternamente con moto uniformemente accelerato e in direzione costante*. Ora suppongo che un materialista scorga questo globo nella sua corsa. Egli giudicherà senza più che detto globo si muove di moto spontaneo e per virtù propria, e pronunzierà un solennissimo errore. Ecco dunque direttamente provata la possibilità che il materialismo sia dai fondamenti erroneo. E chi assicura il materialista che quando pronunzia = la materia gode di moto proprio = non incorra nel solennissimo errore avvertito di so-

(1) Gustavo Meurling su questo proposito a pag. 245 del tomo primo anno 1775 del periodico di fisica, di storia naturale ecc. diretto dall' Abate Rozier, nota giudiziosamente quanto segue. « Quelques physiciens donnent à cette proprieté le nom de *force d' inertie*. Je pense cependant avec le célèbre M. Euler que le mot de force ne convient pas absolument à cette qualité, puisque l' effet de l' inertie n'est autre chose que la persévérance d' un corps dons l' état où il se trouve; au lieu que la *force* produit ou tend à produire le changement de cet état......

Tout ce qui change ou tend à changer l' état d' un corps, soit en repos, soit en mouvement, s'appelle *force*. Galilée, le premier des modernes qui se soit attaché à la mécanique, a indiqué cette notion générale pour exprimer la puissance qui tend à changer l' état d' un corps ».

pra? Gl'insegnamenti della fisica pertanto, predicando la matesia inerte e inabile per se medesima alla semovenza, perorano la causa della teoria dualistica.

E non meno gl'insegnamenti della chimica. Epicuro, l'antichissimo padre del materialismo, con inconcepibile divinazione ha precorso molti secoli nella intuizione della teoria atomica. Meglio non l'avesse fatto, s'intende riguardo al suo sistema filosofico, giacchè o mi inganno assai o la teoria atomica ormai trionfalmente insediata e forse per sempre assicurata, si mostra sfavorevolissima al materialismo. Infatti, ammessa la esistenza degli atomi è giuocoforza ammettere che tutti e ciascuno posseggono le stesse stessissime qualità così attive che passive. E così devono avere, per ogni data specie chimica di materia, la stessa forma, la stessa grandezza, le stesse apparenze, la stessa sostanzialità e gli stessi costumi. È giuocoforza insomma accettare *che gli atomi siano altrettanti individui assolutamonte simili.* Ora se così stanno le cose, come si spiega che gli atomi si aggregano tra loro, e, mossi come da una volontà unica, direttrice, concorrono a formare un altro essere, *il cristallo*, fornito di parti diverse e diversamente orientate? Come si spiega, senza l'ammissione d'un principio imperante e direttivo, che migliardi e migliardi d'individui possano concorrere a formare una unità di superior grado, perfettamente individualizzata? Se risultato delle aggregazioni atomiche fossero altrettante sfere, sarebbe alquanto meno scabra la interpretazione materialistica; ma sfere non sono e invece sono corpi poliedrici, a ordinare i quali è logicamente necessario o almeno più plausibile l'ammettere che sia intervenuto un nuovo e singolare agente, la *forza di polarità* (forza chimica, forza di coesione). La teoria dualistica spiega bene questa serie di fenomeni, ma non tanto il materialismo. Imaginiamoci di veder manovrare un esercito. L'unitarista direbbe: ei si muove per volontà propria. Il dualista invece agevolmente distinguerebbe la parte imperante dalla parte obbediente. Or chi s'apporrebbe al vero?

Trasportata la questione nel campo degli esseri organizzati, lo spiritualismo assume il nome di *vitalismo* e alla influenza di uno specifico principio vitale attribuisce tutti quegli effetti svariatissimi che non si riscontrano negli altri corpi inorgani-

ci. Il materialismo invece che in quest'ordine di studi, si cela sotto il manto di antivitalismo, dogmatizzando afferma che le piante sono il risultato delle forze medesime che reggono i corpi bruti, ossia delle forze chimico-fisiche. Si concede volentieri agli antivitalisti essere tra le cose possibili anche questa che cioè il principio vitale sia una speciale trasformazione delle forze chimico-fisiche. Ma ben differente egli è che una cosa sia possibile e che una cosa invece sia reale. Ora gli antivitalisti, spiace il doverlo dire, commettono un deplorabile errore di logica, confondendo il possibile col reale.

Il vitalismo suole essere più cauto e sovratutto meno dogmatico nel suo procedere. Può a' suoi avversari objettare quanto segue. Dileggiate voi il vitalismo perchè riduce ad un principio ossia ad una forza *sui generis* tutti quei fenomeni dei corpi organici che non possono essere, a quanto è lecito congetturare dalle attuali cognizioni, spiegati colle leggi delle forze chimiche e fisiche? Ma questo procedere che voi stimmatizzate è tutt'affatto consentaneo ai dettami della logica. Le forze sono quiddità intangibili, impalpabili, e che non si possono altrimenti da noi conoscere salvochè dagli effetti e per i fenomeni che producono. Ora *dacchè gli effetti sono diversi è ben più logico lo ammettere che i principii causali ossia le forze da cui procedono siano diverse, anzichè il presumere e il pregiudicare che una stessa forza possa produrre fenomeni ed effetti diversi*.

Il punto della questione sta nel disaminare se i fenomeni biologici siano o non siano diversi dai fenomeni chimici e fisici. Ora il volgare buon senso di qualunque indotto ha sciolto la lite, e le indagini del dotto non fecero che mettere sempre più in chiara luce la fondamentale diversità che separa i fenomeni del mondo organizzato dai fenomeni della materia bruta.

Ma non solo vi ha differenza tra le forze chimiche e le vitali, vi ha, quel che più monta, un deciso antagonismo, ed è qui dove a parer mio il vitalismo trionfa completamente sulla teoria avversaria. Un animale finchè il soffio della vita lo mantiene è un ambulante contraddizione alle leggi chimiche. Infatti, appena cessata la vita, le particelle materiali, rompono quel forzato equilibrio loro imposto dal principio vitale, e rientrano

mercè il rapidissimo processo della putrefazione sotto l'impero delle pure leggi chimiche. Alessandro di Humboldt nel mitico Genio di Rodi (vedi i suoi = Quadri della *natura* =) adombrava ingegnosamente questo valido argomento del vitalismo (1).

Se si pone a confronto il cristallo, ossia la più semplice espressione fenomenale della forza chimica, colla cellula, ossia colla più semplice espressione fenomenale della forza vitale, ad una mente spassionata e libera da idee preconcette tosto si appalesano enormi differenze, e si rivela un perfetto antagonismo. La forma del cristallo è essenzialmente poliedrica. La forma della cellula è invece essenzialmente globulare. La consistenza del cristallo è essenzialmente rigida, e molle per l' opposto la consistenza della cellula. Uniformemente solido è il cristallo; composta è invece la cellula di pareti solide e di una cavità racchiudente corpuscoli solidi, liquidi e semiliquidi. Tutte le parti componenti il cristallo sono omogenee; eterogenee invece le parti componenti la cellula. Il cristallo cresce per semplice sovrapposizione di particelle e indefinitamente: la cellula cresce invece per intussuscezione e non oltrepassa certe dimensioni. Nel cristallo, le particelle materiali una volta concretate non cambia-

(1) Dutrochet in un succoso e breve suo scritto intitolato *expériences sur la force vitale chez les végétaux* dopo avere riferito ingegnosi esperimenti sulla circolazione del succo nelle cellule della *Chara*, conchiude che le résultat définitif de ces observations est qui il existe véritablement, chez les êtres vivants, animaux et végétaux, une force particulière à la quelle est due la vie; que cette force est en combat avec la plupart des causes ou desforces physiques et chimiques qui sont extérieures aux êtres vivants, et qui appartiennent à la nature qui les environne; que la *force vitale* n'est point un *être imaginaire*. J' ai fait voir que ce qui la caractérise spécialement, c' est ce *combat réactif* par lequel elle tend à se mettre en équilibre avec toutes les forces extérieures qui agissent sur elle en tendant à l' abolir; elle leur résiste; et même lorsque ces forces ennemies sont trop énergiques, la force vitale combat et résiste encore pendant quelque temps, et ne cesse d' éxister que lorsque son effort de réaction a été vaincu. La fièvre est la manifestation de cet effort de réaction de la force vitale contre les causes ou forces nuisibles, qui, faibles, sont vaincues, d' où résulte la guérison, mais qui, trop puissantes, demeurent victorieuses dans ce combat de la vie contre la mort.

In queste parole si ha una felicissima e sommaria delineazione del patente antagonismo tra la forza vitale e le forze fisiche e chimiche.

no mai di posto; nella cellula invece le particelle materiali sono, finchè essa vive, in un perpetuo moto di trasposizione. Le particelle medesime nel cristallo una volta concretate non cambiano mai di natura, ma nella cellula finchè dura la vita sono in uno stato perenne di trasformazioni chimiche. La cellula nasce entro una cellula preesistente; il cristallo non nasce nel seno di un cristallo ma si forma e si concretizza alla superficie od entro il seno di un liquido. La cellula nasce, vive e muore; il cristallo nasce bensì, ma non vive nè muore.

Dal fin qui detto pare a me che le differenze tra il cristallo e la cellula non siano nè leggiere nè superficiali bensì profonde ed antagonistiche.

Ma non si è ancora fatto cenno della più essenziale differenza consistente nella facoltà che ha la cellula di prolificare e moltiplicarsi. I fenomeni della generazione e della moltiplicazione sono quelli che segnano un abisso tra gli esseri organizzati e quelli del regno inorganico. E finchè gli antivitalisti non riescono a colmare quest' abisso, o a gittare almeno un punto di congiunzione tra l' una e l' altra sponda, locchè non hanno fatto finora ed è agevole il pronosticare che non faranno giammai, la teoria del vitalismo, lo accettino con buona pace, prevarrà per vigor di logica contro la teoria avversaria.

E invero la maggior parte dei fisiologi e dei filosofi, nonchè delle scuole fisiologiche antiche e moderne, porsero omaggio al vitalismo. E non è che da qualche anno a questa parte che si è appalesata una per me inesplicabile recrudescenza delle teorie materialistiche per parte di molti scienziati germanici, alcuni fra i quali adorni di bella fama (1). Questa nuova scuola

(1) Duole il dover dire che troppi davvero sono i naturalisti e filosofi tedeschi di oggidì, i quali professano il più crudo materialismo. Non mancano per altro insigni eccezioni. Basti citare H. G. Bronn naturalista di non comune levatura, autore di tanti scritti pregiatissimi e di opere di lunga lena. Enumerando egli ne' suoi *Morphologische Studien* (Lipsia, 1858) le forze fondamentali della natura, distingue 1° la forza di *gravitazione* che soggioga i mondi; 2° la forza di *affinità* che regge i minerali; 3° la forza di *vitalità* (io direi d' *irritabilità*) che governa le piante; 4° la forza di *sensibilità* che s' incarna negli animali. Questa categorica distinzione delle forze della Natura, onde Bronn si accosta al sentire di tanti antichi e mo-

del materialismo germanico tenta acquistare proseliti anche fuori della Germania. In Francia, nella terra classica dei concetti chiari, essa ha fatto completamente naufragio, come si può vedere dal risultato delle animatissime discussioni agitatesi pochi anni sono davanti a quell' illustre areopago che è l'Accademia delle Scienze in Parigi. Ma in Italia, se non vien posto da persone autorevoli un argine alla sua diffusione, minaccia di estendersi forse più del *bisogno*. Alludo al bisogno della coesistenza di teorie opposte, affinchè le medesime servano di stimolo e di reciproco correttivo a quelli che incedono nel cammino delle scienze, e si affaticano alla ricerca del vero.

È qui prezzo dell' opera citare alcuni squarci tolti da rinomati autori moderni, sull' argomento del vitalismo.

Schleiden nella prefazione alla quarta edizione dei suoi — *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, 1861 — così dileggia il vitalismo.

« La meschinella che si chiama forza vitale, del resto già da lunga pezza accoppata dalla sana filosofia della natura, pur tuttavia vagolante ancora qua e colà a guisa d' uno sfortunato fantasma, vedesi oggidì scacciata da un angolo e dall' altro dai poderosi scongiuri dei naturalisti. Decisivi sono al riguardo i lavori dei chimici moderni, in ispecie poi le brillanti sperienze di Berthelot. Si riuscì per via sintetica a comporre con elementi assolutamente inorganici, acido formico, glicerina, grasso, zucchero ecc. Niun valente chimico dubita ormai che fra più o men breve tempo non si giunga altresì a comporre analogamente le materie albuminoidi. Ma siccome il grasso, gl' idrati di carbonio e le combinazioni proteiniche costituiscono tutti i materiali della struttura e del nutrimento degli organismi, così ci è data la miglior prova che la materia è sempre soggetta ad identiche leggi così dentro che fuori degli organismi.

Ecco dunque che secondo Schleiden mercè gli esperimenti

derni (e fra gli altri di A. P. De Candolle e di Isidoro Géoffroy S. Hilaire) equivale ad una professione di fede nello spiritualismo e nel vitalismo. A p. 39 di detta opera il Bronn dice che le forze di attrazione e di affinità, comecchè inerenti a qualunque materia, agiscono anco negli organismi, ma soggiunge che in questi sono visibilmente subordinate e dominate dalla vitalità.

di Berthelot, sarebbe stato finalmente gittato il ponte di congiunzione sull' abisso che separa gli oganismi dalla materia bruta.

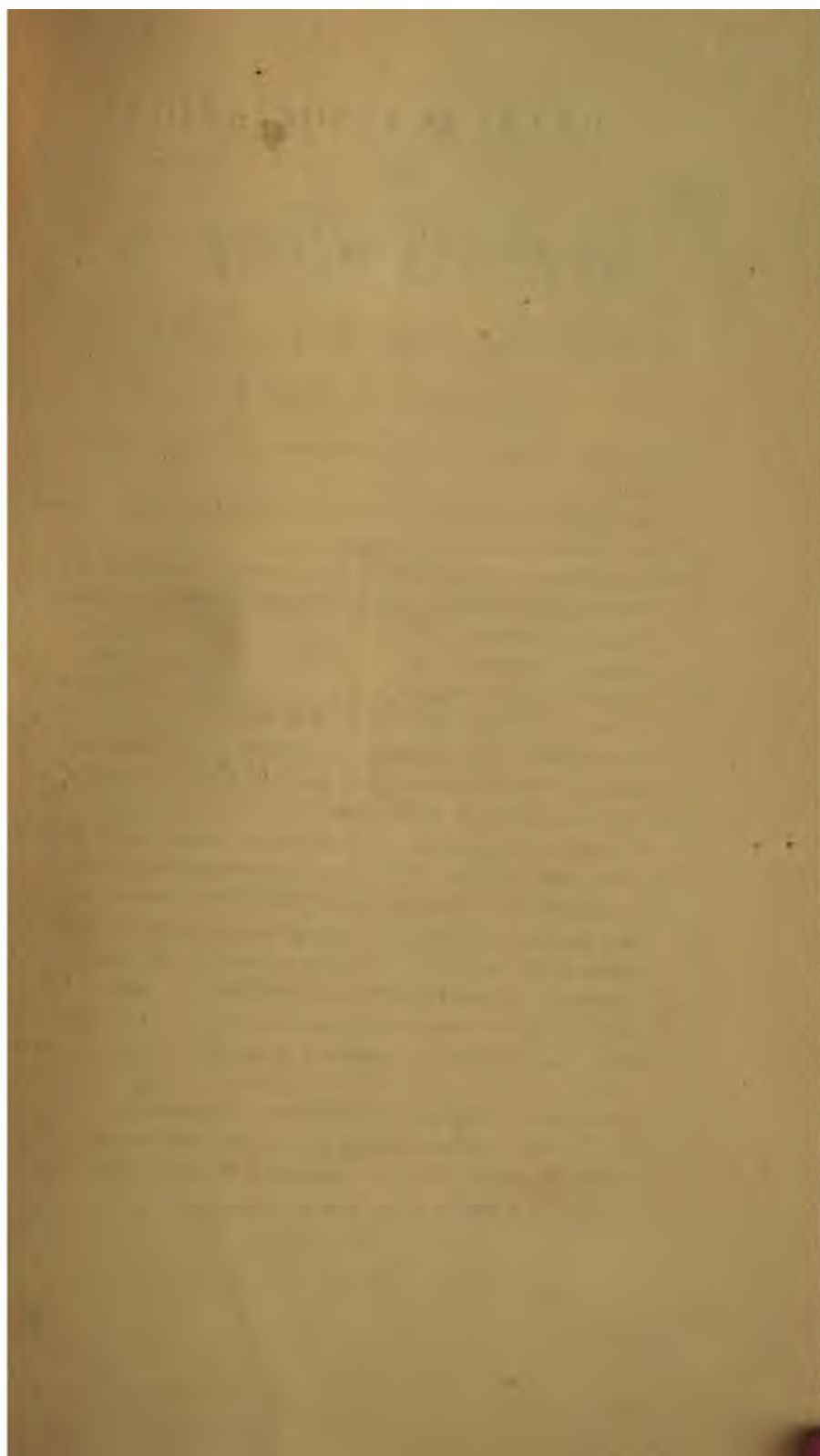
Ora rincresce, in considerazione del rispetto dovuto a tanto scienziato, il dover segnalare nel citato passo due gravissimi errori di logica.

Il primo errore consiste nel paragonare i processi del Berthelot coi processi seguiti dalla natura nella produzione degl' idrocarburi e delle sostanze albuminoidi o proteiniche.

Berthelot riescì in realtà a produrre in piccola quantità qualcuna delle sostanze sovracitate, ma valendosi dei più energici reagenti chimici, di lambicchi e fornelli.

Laddove la natura prepara una ingente e svariatissima quantità di sostanze binarie, ternarie, quaternarie con mezzi e strumenti che non solo la scienza chimica è incapace d' imitare, ma ben anco non sa e non giunge a comprendere. Infatti la cellula è quel portentoso laboratorio ove la Natura senza fuoco, senza fornello nè lambicchi, adiuvata da poche sostanze per lo più chimicamente inerti, riesce con inconcepibile facilità ad operare le più ardue composizioni e scomposizioni chimiche, e a produrre una svariatissima quantità di corpi composti. Basti accennare alla somma facilità con cui le foglie costituite da sostanze chimiche quasi affatto indifferenti giungono a scomporre l' acido carbonico atmosferico, cioè a distruggere una delle più forti affinità chimiche.

(*continua*)

1 Sezione trasversale dell'Avorio dell'Elefante. 2 Sezione trasversale dell'Avorio del Trichecus rosmarus

INDICE

METODO SEMPLICISSIMO PER DETERMINARE LA DIREZIONE DEL VENTO IN ALTO; PROF. ANTONIO GIANNI.

Si disponga in luogo convenientemente ombrato un vaso di acqua a fondo scuro, e di bocca assai larga. Un Bigongiuolo di legno fatto a tronco di cono, la cui bocca abbia un diametro di circa 60 centimetri, serve molto bene a tale oggetto. Sopra l' orlo della sua bocca si fissino otto punti corrispondenti ai quattro punti cardinali, ed ai quattro collaterali della rosa dei venti, e siano rimarcati con le iniziali dei rispettivi nomi. Attorno ad un asse verticale fissato al centro del vaso, facciamo in modo che possa ruotare una vergetta metallica, la cui immagine sarà veduta per riflessione nell' acqua. Tutte le nubi disseminate nel cielo, e che saranno in vicinanza del zenit, proietteranno la loro immagine nell' acqua del vaso. E mentre le nubi percorreranno il cielo, la loro immagine traccerà una corrispondente direzione, colla quale faremo collimare l' ombra della verghetta ruotante. Con questo metodo non si stanca eccessivamente la vista come avviene allorchè si guardano direttamente le nubi (oppure col tronco di cono munito di veticolo) di più prendendo di mira un ciuffetto di nube, si può almeno con approssimazione determinare secondo qual grado dell' orizzonte è diretto, ed anche la sua velocità apparente.

DEL PARATARTRATO AMMONICO-SODICO;
PER ARCANGELO SCACCHI.

(Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli).

Nella memoria *sulla polisimmetria* e *sul polimorfismo* presentata all' Accademia nel precedente anno ho esposto alcuni esperimenti per mostrare come proceda l' ingrandimento dei cristalli dei levo tartrati nelle soluzioni dei destro tartrati d'identica composizione chimica, e per converso l'ingrandimento dei cristalli dei destro tartrati nelle soluzioni dei levo tartrati. Nel trattare questo argomento ho pure fatto conoscere che avendo immerso alquanti grossi cristalli di levo tartrato ammonico-sodico nelle soluzioni cristallizzanti del destro tartrato delle medesime basi, essi, invece d' ingrandirsi, in poco d' ora si sono del tutto disciolti; e da questo esperimento son venuto a conchiudere che la mescolanza in parti eguali dei due tartrati ammonico-sodici sia più solubile di ciascuno dei tartrati separatamente; o, ciò che vale lo stesso, che il paratartrato ammonico-sodico sia più solubile dei corrispondenti tartrati. A questa maggiore solubilità del paratartrato è dovuto il fatto che neutralizzando con l' ammoniaca il paratartrato acido di soda, in luogo di depositarsi il paratartrato doppio, l' acido paratartrico si scinde, e cristallizzano separatamente il levo tartrato ed il destro tartrato che sono meno solubili. Negli altri casi non avviene la separazione dell' acido paratartrico, perchè i paratartrati sono meno solubili dei corrispondenti tartrati. Pasteur ch'è stato il primo ad accorgersi della separazione

dei due tartrati di ammonio e soda, per cui scovrì la maravigliosa composizione dell'acido paratartrico, non pare che avesse conosciuto la vera cagione del fatto (1), e dal modo come si esprime sembra credere che non avvenga combinazione tra il paratartrato di ammonio e quello di soda. Ma, come vedremo più tardi, in particolari condizioni si hanno nitidi cristalli di paratartrato doppio ammonico-sodico.

Intanto ho creduto di qualche importanza il precisare il grado di solubilità diverso tra i due tartrati doppi uniti in quantità eguali, e ciascuno dei medesimi tartrati separatamente. Ho fatto tre esperimenti a temperature diverse; i due primi alla temperie dell'aria ambiente di circa 13° e 26° nei mesi di marzo e giugno, il terzo alla temperatura di circa 36° ottenuta con la stufa.

Il metodo che ho preferito seguire in questa ricerca è stato di sciogliere contemporaneamente, in quantità quasi eguali di acqua stillata e calda, da una parte i due tartrati, e dall'altra il destro tartrato ammonico-sodico. Non ho stimato necessario aggiungere il saggio sul levo tartrato, essendo già noto che i due tartrati ammonico-sodici hanno esattamente il medesimo grado di solubilità. Lasciate le due soluzioni in condizioni favorevoli alla lenta cristallizzazione ed identiche per entrambe, dopo il terzo giorno ho determinato la temperatura ed il volume dei liquori, ed il peso dei cristalli dopo averli prosciugati. Dal peso dei sali disciolti dedotto il peso dei cristalli depositati, ho conosciuto la quantità dei tartrati disciolti in ciascun liquore, e quindi la quantità disciolta in un centimetro cubo dei medesimi liquori.

Pel primo esperimento ho adoperato grm. 200 di paratartrato acido di soda che ho neutralizzato con carbonato ammonico. Da questa mescolanza derivando grm. 274, 75 di sale doppio della formola $C^8H^4Na(AzH^4)O^{12},8HO$, ho preso pure per l'altra soluzione grm. 274, 75 di destro tartrato ammonico-so-

(1) C'est donc seulement lorsque le sel double de soude et d'ammoniaque prend naissance, qu'il s'opère, par une cause inconnue, lors de la cristallisation un dédoublement de l'acide racémique (*acido paratartrico*) et que deux sel prennent naisance. Pasteur; *An. de Chim. et Phys.* t. 28, pag. 63. (1850).

dico. Trascorso il terzo giorno l'ingrandimento dei cristalli era divenuto quasi stazionario, e le soluzioni segnavano al termometro 12°, 8. Decantate le soluzioni ho trovato che quella con i due tartrati aveva depositato grm. 84,47 di cristalli, ed il liquore era di centimetri cubi 375,1. Dall'altra soluzione, che conteneva il solo destro tartrato, ho avuto grm. 156,95 di cristalli e 328.5 centimetri cubi di liqnore.

Quindi per ogui centimetro cubo il liquore con le due specie di tartrati ne conteneva disciolti grm. 0,507, ed il liqnore col destro tartrato ne conteneva grm. 0,359.

Nel secondo esperimento ho adoperato grm. 214 dei cristalli depositati dalla precedente soluzione con le due specie di tartrati, ed eguale quantità di destro tartrato. Dopo il terzo giorno, essendo la temperatura delle soluzioni di 26°, 2, in quella con i due tartrati ho rinvenuto il liquore di centimetri cubi 207,5 e grm. 62,95 di cristalli; nell'altra soluzione col solo destro tartrato, il liquore era centimetri cubi 162, 7 ed i cristalli pesavano grm. 120,70,

Egli è però che per ogni centimetro cubo il liquore con le due specie di tartrati ne conteneva disciolti grm. 0,728, e quello col solo destro-tartrato grm. 0,573.

Il terzo esperimento è stato fatto con gli stessi grm. 214 dei sali per ciascuna soluzione. Tenute entrambe le soluzioni nella medesima stufa in cristallizzatoi graduati a temperatura variabile tra 35° e 37°, la soluzione col destro tartrato già aveva depositato alquanti cristalli quando la sua altezza nel cristallizzatoio segnava circa 280 centimetri cubi, e quella con i due tartrati non aveva cristalli segnando l'altezza del liquore 267 centimetri cubi. Intanto nel liquore con i due tartrati sono apparsi non pochi cristallini di paratartrato di soda che mi hanno avvertito di non dovere più oltre prolungare l'evaporazione. Segnando il termometro 36°, 3, ho trovato per la soluzione del destro tartrato il liquore eguale a centimetri cubi 201, e grm. 76,01 di cristalli depositati; quindi ogni centimetro cubo del liquore conteneva grm. 0,688 del sale. Per la soluzione con i due tartrati ho trovato il liquore eguale a centimetri cubi 218 e grm. 11,60 di paratartrato sodico depositato. Questa quantità di paratartrato sodico corrisponde a grm.

11,01 di paratartrato ammonico rimasto disciolto ed a grm. 31,22 del levo e destro tartrato ammonico-sodico della formola $C^8H^4Na(AzH^4)O^{10},8HO$: Quindi ogni centimetro cubo del liquore conteneva grm. 0,840 dei due tartrati e grm. 0,051 di paratartrato ammonico.

Per i due primi esperimenti si conferma il maggior grado di solubilità delle due specie di tartrati uniti insieme in confronto di ciascuna specie isolatamente presa. Si deduce pure che crescendo la solubilità col crescere la temperatura, nella mescolanza dei due tartrati l'aumento di solubilità è minore che nel destro tartrato.

Calcolando il grado di solubilità dalla quantità di sale disciolto nello stesso volume di soluzione, si trova il rapporto della solubilità del destro tartrato alla solubilità della mescolanza dei due tartrati

a 12°,8 = 1 : 1,412
a 26°,2 = 1 : 1,271

Ho voluto ancora conoscere la quantità di acqua necessaria per solvere un dato peso, sia dei due tartrati isolatamente presi, sia mescolati in parti eguali. Quindi ho determinato il peso specifico di ciascuna soluzione ragguagliato all'acqua stillata alle riferite temperature. Per le soluzioni del primo esperimento ho trovato il peso specifico di quella con i due tartrati = 1,201; e di quella col destro tartrato = 1,146. Nel secondo esperimento il peso specifico della soluzione con i due tartrati è stata = 1,254; e dell'altra col destro tartrato = 1,187 Ritenendo, secondo le tavole date da Despretz, la densità dell'acqua a 13° = 0,999414 ed a 26° = 0,9968, si ha che il peso di un centimetro cubo delle precedenti soluzioni è rispettivamente grm. 1,202; grm. 1,147; grm. 1,258; grm, 1,191. D'altra parte essendo già nota la quantità di sale contenuto in un centimetro cubo delle medesime soluzioni, se ne deduce per differenza anche la quantità dell'acqua. Quindi a 12°,8 il destro tartrato è solubile in 2,195 di acqua, e la mescolanza dei due tartrati in 1,361. A 26°,2 il destro tartrato è solubile in 1,079 e la mescolanza dei due tartrati si solve in 0,728 di acqua.

Ora calcolando il maggior grado di solubilità per la minore quantità di acqua necessaria a solvere un dato peso dei sali, si trova il rapporto della solubilità del destro tartrato alla solubilità della mescolanza dei due tartrati.

a 12°,8 = 1 : 1,601
a 26°,2 = 1 : 1,482

Da questi saggi si potrebbe inferire che innalzando la temperatura vi debbe essere un grado di calore nel quale la mescolanza dei due tartrati, ovvero il paratartrato ammonico-sodico sia meno solubile di ciascuno dei due tartrati delle medesime basi. Intanto il terzo esperimento dimostra la impossibilità di farne la pruova; perchè il paratartrato sodico che a basse temperature è più solubile del sale doppio, avanzando il grado di calore la solubilità cresce assai lentamente, ed a circa 36° esso si deposita prima che potesse depositarsi il sale ammonico-sodico. Convien pure osservare che non può farsi il saggio della solubilità dei tartrati neutri ammonici a temperature alquanto elevate, perchè il calore cagiona lo svolgimento dell'ammoniaca. Le soluzioni concentrate sino al punto di cristallizzare, emanano notevole quantità di ammoniaca anche a temperature alquanto più basse di 30°, e crescendo il grado di calore e la densità del liquore, l'ammoniaca si svolge in gran copia e si produce un paratartrato acido ammonico, che stando mescolato al paratartrato neutro, si deposita in forma di grumetti.

Mentre poi pel solo concentramento della soluzione calda non si può giungere ad ottenere il paratartrato ammonico-sodico, vi sono particolari condizioni per le quali si generano nitidi cristalli anche a temperature inferiori a quelle nelle quali si possono depositare i cristalli di levo o destro tartrato ammonico-sodico. Queste condizioni sono varie e non facili a definirsi con precisione, e non di raro mi è avvenuto di ottenere nella medesima soluzione contemporaneamente prodotti, e congiunti insieme i cristalli del paratartrato doppio e quelli dei due tartrati delle medesime basi; i primi con due proporzionali di acqua, e gli altri, come il sale di Seignette, con otto proporzionali di acqua. Il qual fatto basta da sè solo a

comprovare quanta sia lieve la differenza delle condizioni estreme che contribuiscono a produrre l'una o l'altra specie di sale.

Aggiungasi pure che con i cristalli del paratartrato doppio spesso e variamente si generano nella medesima soluzione altri cristalli sia di paratartrato sodico, sia di paratartrato ammonico; e per questi depositi, cambiandosi la proporzione delle sostanze solute nel liquore, si rende più difficile l'esatto conseguimento dei saggi comparabili.

D'ordinario ho ottenuto il paratartrato di ammonio e soda concentrandone la soluzione a circa 40° alquanto più di quello sia necessario per dar luogo alla cristallizzazione dei tartrati quando il liquore si restituisce alla temperie dell'aria ambiente; ed aggiungendo del carbonato ammonico in pezzetti sino a che lo stesso liquore sia giunto a tramandare forte odore di ammoniaca. Riposto il cristallizzatoio in condizioni favorevoli alla lenta cristallizzazione, ed equilibratasi la sua temperatura con quella dell'ambiente, spesso i primi a depositarsi sono stati i cristalli di paratartrato ammonico in forma di aghi riuniti in ciocche. Più tardi e talvolta dopo qualche giorno in mezzo ai cristalli aghiformi sono apparsi i cristalli di paratartrato ammonico-sodico, l'ingrandimento dei quali è stato seguito dalla lenta distruzione dei cristalli bislunghi di paratartrato ammonico.

Ho pure ottenuto il paratartrato di ammonio e soda concentrando la soluzione neutra o un tantino acida a circa 40° sino a che si sono depositati alquanti cristallini di paratartrato sodico, senza aggiungere il carbonato ammonico. Col raffreddamento si sono depositati, sopra i primi cristallini, i cristalli del paratartrato doppio ed i grumetti di paratartrato acido ammonico.

Da questi primi saggi non iscorgendo chiaramente le condizioni che favoriscono la produzione del paratartrato doppio, ho intrapreso altri esperimenti nei quali ho voluto tener conto di tutti i particolari che ho creduto poter contribuire alla sua formazione. Il più delle volte le soluzioni calde sono state riposte in coppe coverte con carta sugante e con lastra di vetro alla carta sovrapposta. Si ottiene in tal guisa che l'aria im-

mobile e chiusa sovrastante al liquore non serve d' incitamento alla generazione dei cristalli nè col produrre alcun meccanico movimento nella superficie del liquore, nè col favorirne la evaporazione, nè comunicandovi i rapidi abbassamenti di temperatura che spesso succedono nell' aria ambiente. Con questo mezzo si ottiene pure che il vapore esalato dalla soluzione calda si raccoglie sotto la lastra di vetro in forma di gocciole, alle quali, per la carta interposta, è impedito di cadere nel liquore e disturbare la sua immobilità. Quindi s' intenderà la importanza della diversa condizione. che verrà sempre indicata, dall' essersi fatto l' esperimento in coppe chiuse o aperte.

Trovando utile in molti casi di conoscere il volume della soluzione compresi i cristalli in essa depositati, ho fatto uso di coppe ovvero cristallizzatoi in vetro graduati: che hanno cioè sulla loro parete verticale una scala incisa con la quale raffrontando la superficie del liquore, quando il cristallizzatoio è convenevolmente livellato, si determina, se non esattamente almeno con soddisfacente approssimazione, lo spazio occupato dallo stesso liquore e dai cristalli che vi sono immersi. In altri casi il volume del liquore è stato determinato con maggiore esattezza adoperando i metodi ordinari.

Quando non è diversamente dichiarato la quantità del sale adoperato negli esperimenti o contenuta nelle soluzioni si riferisce sempre alla mescolanza in parti eguali del levo e destro tartrato ammonico-sodico della formola $C^8H^4Na(AzH^4)O^{12},8HO$.

1. *Esperimento* — Grm. 220 di sale disciolto. Soluzione calda con carbonato ammonico che le dà forte odore ammoniacale centimetri cubi 292 riposta in coppa chiusa. Durata dell' esperimento ore 47 con la temperatura dell' ambiente variabile da 27°,6 a 29°,2 ed in qualche ora di 25°. Trascorse 13 ore, la soluzione non aveva alcuna specie di cristalli. Immerso il cristallizzatoio in acqua fresca che nel tempo della immersione segnava al termometro 17°, dopo 10 ore ho trovato due cristalli di paratartrato doppio; e passate altre 14 ore, i medesimi cristalli si erano moltiplicati ed ingranditi, e si erano generate due piccole ciocche di cristallini aghiformi di paratartrato ammonico. Dopo altre 10 ore nessun mutamento sen-

sibile nei precedenti cristalli, e produzione di molti minutissimi cristalli di paratartrato sodico.

Liquore centimetri cubi 181 con forte odore ammoniacale; cristalli di paratartrato ammonico-sodico grm. 5,456; cristallini di paratartrato sodico grm. 0,177; cristallini aghiformi di paratartrato ammonico alquanto meno di 5 milligrammi. Ogni centimetro cubo del liquore si trova contenere grm. 0,782 del sale doppio, e quindi nel principio dell'esperimento ne conteneva un tantino di più.

2. *Esperimento* — Grm. 143,74 di sale disciolto. Soluzione calda con carbonato ammonico che le dà forte odore ammoniacale riposto in coppa chiusa. Durata dell'esperimento ore 48, essendo la temperatura dell'ambiente variabile tra 27°,2 e 28°,3. Dopo 10 ore sono comparsi alquanti cristallini di paratartrato sodico; e trascorse altre 13 ore, essendo la temperatura dell'ambiente 26°,7, non si è manifestato nulla di nuovo. Posto il cristallizzatoio in acqua a 18°, in meno di mezz'ora è comparso un cristallo di paratartrato doppio; e trascorse altre 24 ore, mentre i cristalli del medesimo sale si sono moltiplicati ed ingranditi, si è pure formato un cristallino aghiforme di paratartrato ammonico.

Volume del liquore, compresi i cristalli, centimetri cubi 187; liquore con forte odore ammoniacale centimetri cubi 178,5; cristalli di paratartrato ammonico-sodico grm. 8,975; cristallini di paratartrato sodico grm. 0,729; ed un cristallino di paratartrato ammonico che non giunge a pesare un milligramma. Nel principio dell'esperimento ogni centimetro cubo del liquore ridotto alla temperatura dell'ambiente conteneva grm. 0,769 del sale disciolto.

3. *Esperimanto* = Grm. 220 di sale disciolto. Soluzione calda con lieve odore ammoniacale centimetri cubi 288 riposta in coppa chiusa. Durata dell'esperimento ore 62 con temperatura variabile tra 26° e 29°,2. Dopo 12 ore essendo comparso un solo cristallino di paratartrato sodico, ed essendo l'aria ambiente a 26°,7 è stata immersa la coppa in acqua fresca che nel tempo della immersione segnava 15°. Trascorse altre 36 ore non sono apparsi che pochissimi cristallini dello stesso paratartrato sodico. Ho scoverchiato il cristallizzatoio, e dopo

11 ore ho veduto i primi cristalli di levo e destro tartrato ammonico-sodico. In queste undici ore la temperatura dell'ambiente è cresciuta da 27°,5 a 29°,2, poi è discesa a 27°,9. Ho lasciato ingrandire i cristalli per altre 3 ore, ed ho trovato pure unito ai precedenti qualche cristallo del paratartrato doppio.

Liquore con lievissimo odore ammoniacale centimetri cubi 269; circa due grammi di cristalli di levo e destro tartrato ammonico-sodico; tre cristalli di paratartrato ammonico-sodico grm. 0,134; pochi e minuti cristallini di paratartrato sodico di peso inferiore a 5 milligrammi. Il volume della soluzione raffreddata alla temperatura dell'ambiente nel primo giorno dell'esperimento segnava alla scala della coppa 275 centimetri cubi; e però per ogni centimetro cubo conteneva circa grm. 0,800 del sale. Il liquore decantato nella fine dell'operazione contiene disciolta quasi la stessa proporzione del sale, e col movimento ricevuto nel versarlo ha depositato in breve ora gran copia di piccoli cristalli di levo e destro tartrato ammonico-sodico.

4. *Esperimento* — Grm. 143,5 di sale disciolto. Soluzione calda con lieve odore ammoniacale e con qualche cristallino di paratartrato sodico centimetri cubi 188, riposta in coppa chiusa. Durata dell' esperimento ore 57, essendo la temperatura dell' ambiente variabile tra 26°,8 e 28°,9. Dopo 7 ore alquanti cristallini di paratartrato sodico che si sono lentamente ingranditi per altre 26 ore senza che si fossero generati altri cristalli. Posta la coppa in acqua fresca a 15°, e passate 12 ore, nemmeno sono comparsi novelli cristalli, ed i primi cristallini di paratartrato sodico hanno raggiunto un ingrandimento maggiore dell'ordinario. Scoverchiata la coppa e passate altre 11 ore, ho trovato pochi e piccoli cristalli novelli alcuni di paratartrato ammonico sodico, altri di levo e destro tartrato delle medesime basi senza che avessi potuto conoscere quali siano stati i primi a comparire.

Liquore con lievissimo odore ammoniacale; suo volume, compresi i cristalli, centimetri cubi 173,5; cristalli di paratartrato ammonico-sodico grm. 0,149; cristalli di levo e destro tartrato ammonico sodico grm. 0,130; cristalli di paratartrato sodico grm. 2,133. Il volume della soluzione, raggiunta la tem-

peratura dell' ambiente, nel primo giorno dell' esperimento era di centimetri cubi 175; e però conteneva per ogni centimetro cubo circa grm. 0,820 del sale. Il liquore decantato dopo l'operazione ne contiene poco meno, e come nel saggio precedente ha depositato gran copia di cristallini di levo e destro tartrato ammonico-sodico.

5. *Esperimento* — Grm. 242 del solito sale disciolti, e di più grm. 10 di paratartrato ammonico. Soluzione tenuta nella stufa a circa 40° sino alla comparsa di qualche cristallino (paratartrato sodico?); indi aggiuntovi un po' di carbonato ammonico, ho coverto la coppa togliendola dalla stufa. Durata dell' esperimento giorni undici con temperatura variabile tra 24°,1 e 28°,3 negli ultimi giorni più che nei primi elevata. Dopo il primo giorno sono comparsi alquanti cristalli bislunghi di paratartrato ammonico che, trascorso il secondo giorno, son giunti a formare un denso strato di circa quattro millimetri di altezza nel fondo del cristallizzatoio. Nel terzo giorno sono apparsi alcuni cristalli di paratartrato ammonico-sodico che per 7 giorni si sono moltiplicati ed ingranditi mentre i primi cristalli di paratartrato ammonico si sono per la massima parte disciolti.

Trascorso l' undecimo giorno, liquore con odore ammoniacale; suo volume, compresi i cristalli, centimetri cubi 281; volume del solo liquore centimetri cubi 245; cristalli di paratartrato ammonico-sodico grm. 46,80; residuo dei cristalli aghiformi del paratartrato ammonico, assai difficile a sgocciolare, dopo il prosciugamento grm. 8,11. Il liquore conteneva nel primo giorno per ogni centimetro cubo circa grm. 0,860 delle due specie di tartrato doppio, e grm. 0,036 del paratartrato ammonico; nella fine dell' operazione grm. 0,797 dei tartrati doppi.

6. *Esperimento* — Grm. 143,3 di sale disciolto. Soluzione calda con carbonato ammonico che le dà forte odore ammoniacale centimetri cubi 199 riposta in coppa aperta. Durata dell'esperimento ore 24 con temperatura variabile tra 25°,6 e 28°,1. Dopo 9 ore, essendo la temperatura dell' ambiente 25°,6, ho trovato due gruppi di cristalli il maggiore dei quali era di levo e destro tartrato ammonico-sodico, l' altro di paratartrato

delle medesime basi. Trascorse altre 15 ore ho rinvenuto non pochi novelli cristalli appartenenti sì al paratartrato che alle due specie di tartrati. Da un lato delle pareti del cristallizzatoio si era pure innalzato sul livello del liquore un po' di crosta rampicante dalla quale pendevano alquanti cristalli immersi nello stesso liquore tutti della forma del paratartrato doppio.

Liquore con forte odore ammoniacale centimetri cubi 178,4; cristalli di paratartrato ammonico-sodico grm. 0,684; cristalli di levo e destro tartrato delle medesime basi grm. 1,595. Nel principio dell'esperimento il liquore raffreddato alla temperaturà dell'ambiente teneva disciolto per ogni centimetro cubo circa grm. 0,790 del sale.

7. *Esperimento* — Grm. 220 di sale disciolto. Soluzione neutra e calda a circa 60° centimetri cubi 263 riposta in coppa chiusa. Durata dell'esperimento ore 60 a temperatura variabile tra 25°,6 e 28°,1. Dopo mezz'ora, essendo ancora il liquore caldo, si è formato esilissimo strato di cristalli di paratartrato sodico nel fondo della coppa. Per lo spazio di ore 40 il primo deposito di paratartrato sodico si è di molto aumentato senza che siano apparse nuove specie di cristalli, quantunque in questo tempo avessi immerso il cristallizzatoio nell'acqua a 15°. Aperta la coppa, in meno di 5 ore sono comparsi nella superficie del liquore alquanti piccoli cristalli, alcuni di paratartrato ammonico-sodico, altri di levo e destro tartrato delle medesime basi che ho lasciato ingrandire per altre 15 ore.

Volume del liquore, compresi i cristalli, centimetri cubi 255; il solo liquore centimetri cubi 237,2; cristalli di paratartrato ammonico sodico grm. 5,214; cristalli di levo e destro tartrato delle medesime basi grm. 5,768; cristalli di paratartrato sodico circa grm. 12. Nel principio dell'esperimento per ogni centimetro cubo del liquore si conteneva disciolto grm. 0,856 del sale.

Ho partitamente descritto i precedenti esperimenti perchè ciascuno potesse meglio giudicare delle condizioni che danno origine ai cristalli di peratartrato ammonico-sodico. Intanto sembrami confermato che la più importante condizione consista nel grado di concentramento della soluzione maggiore di

quello necessario per lasciar cristallizzare il levo ed il destro tartrato di ammonio e soda. E tale condizione non dubito apparirebbe assai più manifesta se si potesse portare il liquore a maggiore concentrazione senza che si depositasse il paratartrato sodico. Il carbonato ammonico parmi che contribuisca a far cristallizzare il paratartrato doppio appunto perchè ritiene a sè porzione dell'acqua della soluzione, e per conseguenza il paratartrato si trova soluto in minor copia di acqua. Egli è però che le soluzion del primo e secondo esperimento, nelle quali abbondava il carbonato ammonico, han dato soltanto cristalli del paratartrato doppio, mentre le soluzioni del terzo e quarto esperimento, che erano alquanto più concentrate e quasi prive di carbonato ammonico, han dato i cristalli di levo e destro tartrato doppio unitamente a quelli del paratartrato.

La parte che prende il grado di calore alla produzione dei cristalli del paratartrato doppio è dipendente dalla sua solubilità ragguagliata alla solubilità del levo e destro tartrato ammonico-sodico; essendosi già dimostrato che la differenza del loro grado di solubilità è tanto minore per quanto maggiore è la temperatura. Quindi è che i medesimi si hanno più facilmente tra i 30 ed i 25 gradi che a più basse temperature. Li ho avuti pure alla temperatura di 23° e non mai a temperatura maggiore di 33°.

Cristalli del paratartrato ammonico sodico.

Cristalli monoclini della forma rappresentata nelle figure,

spesso di grandi dimensioni e nitidissimi. Clivaggio nitidissimo, quantunque non facile a scoprirsi, parallelo alla faccia B. La faccia B d'ordinario striata parallelamente agli spigoli AB. Nei cristalli rapidamente ingranditi le facce A e B sogliono essere rampollanti, ed i loro rampolli sono rispettivamente divergenti nelle direzioni dei piani che passano per gli assi *a*, *c* e *b*, *c*. La faccetta *f* si rinviene assai di raro.

Inclinazione di a sopra $b = 85°36'$; $a : b : c = 1 : 0,6751 : 0,3329$.

A sopra B =	94°24'	B sopra u =	116°19'	B sopra p =	116°16'
A • d =	127 1	A • n =	106 3	p' • p =	62 24
A • e =	117 51	B • n =	133 55	A' • q =	104 55
A' • f =	120 58	n' • n =	93 45	B • q =	113 59
A • u =	91 57	A • p =	108 27	q' • q =	59 48

Simboli = A 100, B 010, *d* 110, *e* 230, *f* 110, *u* 011,

n 121, *p* 111, *q* 111.

Analisi del paratartrato ammonico-sodico.

I cristalli di questo sale si conservano per lungo tempo

senza patire notevoli alterazioni in presenza dell' aria atmosferica; alla temperatura di circa 60° divengono opachi, perdendo porzione dell' acqua e dell' ammoniaca. Per conoscere la quantità relativa dei suoi componenti ho stimato bastevole di determinare la quantità della soda dal peso del carbonato sodico ottenuto arroventando il sale in crogiuolo di platino sino alla perfetta combustione del carbone.

Da una prima analisi fatta con grm. 1,054 di cristalli ho ottenuto 0,2675 di carbonato sodico, nel quale si contiene grm. 0,1564 di soda; e però il sale ne conterrebbe 14,84 per 100.

Da una seconda analisi fatta con grm. 1,0745 di cristalli ho avuto grm. 0,279 di carbonato sodico, nel quale si contiene grm. 0,1588 di soda; e però il sale ne conterrebbe 14.76 per 100.

La formola $C^8H^4Na(AzH^4)O^{12},2HO$ dà la quantità della soda eguale a 14,96 per 100.

Paratartrato di potassa e soda.

La mescolanza in parti eguali del levo tartrato potassico-sodico col destro tartrato delle medesime basi è più solubile della mescolanza dei medesimi tartrati che hanno l'ossido di ammonio in luogo della potassa. Quando i due tartrati doppi sono disciolti in parti eguali essi non si depositano cristallizzati se non a temperature inferiori a 26°. Con maggior grado di calore, siccome ne ho fatto più volte la pruova tra i gradi 26° e 29°, si deposita prima gran parte del paratartrato sodico, ed in seguito, divenuto soprabbondante il paratartrato di potassa, cominciano a comparire i cristalli di levo e destro tartrato potassico sodico, ai quali non tardano ad associarsi i cristalli di paratartrato potassico. A temperature alquanto più elevate si deposita prima il paratartrato di soda e poi quello di potassa. Quindi i saggi tentati per avere il sale di potassa isomorfo col paratartrato ammonico-sodico variando il grado

di concentramento e la temperatura delle soluzioni, sono riusciti infruttuosi.

Non di meno ho voluto sperimentare se nei cristalli di paratartrato ammonico-sodico porzione dell'ossido di ammonio potesse essere sostituita dalla potassa. Con questo intendimento ho mescolato il levo tartrato ammonico-sodico col sale di Seignette, ovvero destro tartrato potassico sodico, in proporzioni corrispondenti ai loro pesi equivalenti. Quindi ho disciolto grm. 100 del primo sale e grm. 108,10 del secondo. Concentrata la soluzione a circa 40° sino alla comparsa di qualche cristallino di paratartrato-sodico, ed aggiuntovi un po' di carbonato ammonico, come nei precedenti esperimenti, non ho avuto che abbondante deposito paratartrato-sodico (grm. 19,75). Il liquore decantato essendo stato nuovamente concentrato, e riposto in coppa aperta, ha depositato novelli cristalli di paratartrato sodico, e più tardi alquanti cristalli di paratartrato ammonico ed un gruppo di cristalli della forma del sale di Seignette, essendo la sua temperatura eguale a 27°,3.

Ho voluto rifare l' esperimento con maggiore quantità proporzionale del sale ammonico. Ed ai sali dell' operazione precedente ho aggiunto grm. 41,95 di paratartrato ammonico-sodico, che corrisponde a grm. 50 del medesimo sale con 8HO, come il sale di Seignette; talchè il liquore conteneva tre proporzionali del sale ammonico e due del sale potassico. Anche in questo esperimento, condotto con tutte le precauzioni rinvenute favorevoli alla genesi del paratartrato doppio, non ho avuto in principio che abbondante deposito di paratartrato sodico; e soltanto dal liquore decantato e nuovamente concentrato ho avuto un grosso cristallo monoclino della forma rappresentata nelle precedenti figure.

Essendo esso di grm. 0,630, mi ha dato dopo la combustione grm. 0,1705 di carbonato alcalino, ovvero 27,06 per 100. Dal paratartrato ammonico-sodico con 2HO si hanno soltanto 25,59 di carbonato sodico; quindi è che il piccolo eccesso rinvenuto nel residuo della combustione del sale analizzato va riferito al carbonato potassico, la cui presenza ho pure verificato col cloruro platinico. In oltre il paratartrato potassico-sodico con 2HO darebbe per residuo 53,53 per 100 di carbo-

nato alcalino. E da questi elementi calcolando la quantità rispettive del paratartrato ammonico-sodico e del paratartrato potassico-sodico contenuti nel cristallo analizzato, si trova il primo eguale a grm. 0,597 ed il secondo eguale a grm. 0.035. Quantunque piccola la quantità del sale potassico-sodico, sembrami non meno bastevole a dimostrare la sua possibile esistenza.

SU L'ISOLAMENTO DELLE MACCHINE A STROFINIO; NOTA DEL PROF. GIOVANNI CANTONI

All'intento di porre la macchina elettrica a strofinio in condizioni possibilmente analoghe a quelle di un elettromotore voltiano, nelle lezioni da me date nel 1864, avevo stimato opportuno di evitare la comunicazione che, per consuetudine, si stabilisce tra il suolo ed uno dei due conduttori della macchina stessa, quando vuolsi avere dall'altro la scarica esplosiva. Ed invece collegavo entrambo i conduttori con uno spinterometro, per mezzo di grossi fili di rame coperti di gomma elastica, simili a quelli che si adoperano per le pile voltiane.

In tal modo si rileva l'elettrizzamento simultaneo e la opposta tensione nelle due parti dello spinterometro, l'una delle quali sia unita da un reoforo coi cuscinetti strofinanti, e l'altra similmente congiunta col vetro strofinato; e si riconosce altresì che gradatamente diminuendo la tensione della scarica coll'avvicinare mano mano le opposte sfere dello spinterometro, si aumenta pur gradatamente il numero delle scariche avute in un dato tempo, tanto che, quando minima sia la detta distanza, si ha una serie rapidissima di scintille. Laonde s'intende che, pur riducendo le sfere al contatto, codeste successive scariche non faranno che diminuire di tensione, riducendosi proporzionatamente più rapide. È in tal caso ed in tal senso che quei fili

conduttori in un collo spinterometro formano un arco conduttivo tra i due elementi della macchina, in modo affatto analogo all'arco interpolare di un elettromotore voltiano, cioè si ha per l'arco stesso una corrente elettrica a debolissima tensione, quando si continui il girare del disco.

Pareva a me che codesto isolamento di ogni parte della macchina dovesse offrire un vantaggio quanto alla scarica elettrica: poichè nell'uno e nell'altro dei bracci dello spinterometro va crescendo la opposta tensione, a differenza del caso in cui, uno dei conduttori comunicando col suolo, risulta sempre in minor grado la tensione dell'altro.

Ma questa deduzione mi apparve dubbiosa quando mi venne fatto osservare (1) che la grande macchina Winter (col disco del diametro di metri 1, 05) posseduta dal gabinetto della Università, da scintille di maggiore lunghezza, cioè raggiunge una maggior tensione per la scarica quando i cuscinetti comunicano direttamente col suolo, che non quando essi, per mezzo di un reoforo, comunicano soltanto collo spinterometro ad un sol ramo, isolato e posto di fronte al conduttore positivo.

Allora pensai di esperimentare in modo più accurato, se la stessa cosa si verificasse con altre macchie a strofinio, diversamente foggiate. Si esperimentò dapprima su due macchine a cilindro di Nairne, ciascuna delle quali ha i due conduttori cilindrici di eguale grandezza, ed egualmente bene isolati: però nell'una le dimensioni di tutte le parti sono minori che nell'altra.

Con entrambe queste macchine facendo comunicare i due conduttori, per mezzo di apposito reoforo, con uno spinterometro a due braccia, per modo che in essi fossero eguagliate le condizioni per le quali può mutare la tensione nelle varie parti dell'arco conduttivo, si riconobbe per ripetute prove:

1° Che la tensione limite, ossia il limite di distanza fra le due palle dello spinterometro per il salto della scintilla, riusciva sempre maggiore quando tutto il sistema era isolalo, che non quando l'uno o l'altro dei due conduttori era posto in comunicazione col suolo.

(1) Dal mio collega ed amico prof. F. Brusotti, il quale gentilmente mi pressò ajuto e consiglio in questa serie di sperienze.

2° Che riducendo le palle dello spinterometro a tale distanza per cui in tutti i casi si avesse la scarica esplosiva, ottenevasi, in un dato tempo e con una costante velocità di rotazione della macchina, un maggior numero di scintille quando entrambi i conduttori erano isolati, che non quando uno di essi comunicava col suolo.

3° Che però si aveva una maggiore diminuzione nella tensione limite o nel numero delle scintille quando facevasi comunicare col suolo il conduttore negativo, che non quando ciò si faceva pel conduttore positivo.

I primi due fatti or riferiti, quelli della maggior tensione e della maggiore quantità nelle scariche avute col totale isolamento dei conduttori furon poi riconosciuti anche in altra macchina Winter, di ben minori dimensioni della predetta (col disco del diametro di metri 0.74): ma era d' uopo che, per mezzo di separati reofori si facessero comunicare i due conduttori con uno spinterometro a due braccia, al modo stesso usato colle macchine a cilindro. Essa però presentava, rispetto a queste, una opposizione quanto all'altro fatto, cioè avevasi una ben maggiore diminuzione nella tensione limite e nel numero delle scintille ponendo in comunicazione col suolo il conduttore positivo anzichè il negativo. E qui si noti che il conduttore positivo nella macchina Winter, munito essendo di un ampio anello, offre una capacità elettrica assai maggiore di quella del conduttore negativo: epperò la detta differenza si attenuava quando toglievasi quell' anello dal conduttore positivo.

Quando invece questa macchina veniva adoperata per la scarica nel modo primamente esposto per la più grande macchina Winter, cioè quando con un solo reoforo stabiiivasi comunicazione fra il conduttore negativo e lo spinterometro ad un sol braccio, posto a fronte del conduttore positivo, avevansi scariche a ben maggiore tensione allorchè il conduttore negativo era d'altra parte posto in comunicazione col suolo, che non avvenisse quand' era isolato.

Venni allora in pensiero che quest' ultimo risultato, nelle due macchine Winter, dipendesse da insufficenza nella sezione o nella superficie dell' unico arco conduttivo così stabilito fra il conduttore negativo e lo spinterometro, e quindi da una ben

differente tensione che ne emergeva fra le parti affrontate dei due conduttori tra le quali accadeva la scarica esplosiva. Ed in fatti si verificò dapprima che, ponendo due reofori (a grosso filo di rame), invece di un solo, fra il conduttore negativo e lo spinterometro ad un sol braccio, si attenuava il vantaggio avuto colla comunicazione del conduttore negativo col suolo, quanto alla tensione limite nella minore macchina Winter.

Ritornando allora alla grande macchina Winter, si cominciò a riconoscere che essa pure, come quelle a cilindro, usata collo spinterometro a due braccia, ciascuno dei quali comunicasse con uno dei conduttori per apposito reoforo, tanto la tensione massima, quanto il numero delle scintille riescivano maggiori col completo isolamento, che non fosse col far comunicar col suolo l'uno o l'altro dei conduttori. Però anche con questa, come colla minor macchina Winter, si aveva una maggior diminuzione collegando il suolo col conduttore positivo che non col negativo; ed una tale differenza si attenuava del pari, col levare dal conduttore positivo i due grandi anelli dei quali esso è munito.

Colla stessa grande macchina si verificò in seguito che, usando lo spinterometro ad un sol ramo e con un solo reoforo e ponendo questo in comunicazione col conduttore positivo, sicchè lo spinterometro si trovasse di contro al negativo, si avevano maggiori tensioni facendo comunicare col suolo il conduttore positivo, che non lasciandolo anch' esso isolato; e che invece, unendo col suolo il negativo, si aveva una notevole diminuzione nella tensione per rispetto al caso del completo isolamento. Laonde, coll'invertire così la disposizione del reoforo e dello spinterometro rispetto ai due conduttori, si invertono i risultati in riguardo a quelli sovra descritti.

Ma la più importante conferma del dubbio suindicato, che la opposizione dapprima riconosciuta tra le due macchine Winter e le due a cilindro dipendesse da insufficiente conduzione nell'arco interpolare, la si ottenne nel seguente modo. Si dispose lo spinterometro, ad un sol ramo, di contro al conduttore positivo, e lo si fece comunicare col conduttore negativo per mezzo di due lunghi cilindri di ottone, del diametro di quasi tre centimetri, sostenuti da sottili e ben isolanti bastoni di

vetro verniciato. Allora si trovò che, lasciando isolate tutte le parti della macchina, non solo si avevano scintille a maggior tensione che nel precedente caso di un solo reoforo a filo di rame isolato, ma si raggiungeva anche una tensione limite molto maggiore di quando stabilivasi comunicazione col suolo pel conduttore negativo. E disponendo poi lo spinterometro ad un sol ramo di contro al conduttore negativo, e collegando il conduttore positivo collo spinterometro stesso per mezzo dei detti tubi ad ampia sezione, si ebbero ancora tensioni maggiori coll' isolamento, che non comunicando col suolo l'uno o l'altro conduttore, e la diminuzione era maggiore nel caso in cui ponevasi a comunicare col suolo il conduttore negativo che non quando il positivo.

Però tutte queste deduzioni vennero in singolar modo appoggiate, anzi rese incontrastabili ed evidenti per quest' altra serie di sperimenti. In luogo di misurare collo spinterometro la tensione e la carica elettrica, dove le varie condizioni di forma e di dimensioni ponno dar luogo a complessi ed incerti risultati, pensai di misurare l'una cosa e l'altra insieme con un elettrometro a bilancia.

Due dischi di ottone, del diametro di mill. 115, muniti di sostegni ben isolanti, al modo dei piatti di un condensatore, si dispongono orizzontalmente, l' uno fissato sul basamento della bilancia, l' altro sospeso ad un estremo del flagello, in sostituzione d'un bacino, ed equilibrato con opportuno contrappeso, posto su l'altro bacino. Ognuno di essi è fatto poi comunicare, per mezzo d' un reoforo in rame come i suaccennati, con uno dei conduttori della grande macchina Winter, curando per bene che ogni parte del sistema sia isolato, e che il piatto sospeso rimanga in comunicazione col corrispondente reoforo (per mezzo di un filo mobile a snodatura), senza che ne sia impedito il movimento, e senza che varii la pressione esercitata dal filo stesso sul piatto. Si fissi dapprima la distanza tra i due piatti per modo che non accada fra essi la scarica esplosiva quando si continua il moto nel disco della macchina, poscia si determini il massimo peso che può porsi sul bacino, e che può essere vinto dal mutuo sforzo di accostamento dei due piatti in opera della loro opposta tensione elettrica; il qual peso

può tenersi per misura della tensione stessa allorchè, come s'è detto, entrambi i conduttori ed i reofori della macchina sono isolati. Se allora, per mezzo di una catena, od altrimenti, si fa comunicare col suolo l'uno o l'altro dei conduttori separatamente, si riconosce non esser più possibile il moto di attrazione del disco sospeso; laddove questo moto ben presto si determina interrompendo tale comunicazione col suolo: epperò dev'essere minore la tensione limite ogni volta che sussiste questa comunicazione. E codesto vantaggio del completo isolamento si è sempre mantenuto colla predetta macchina, pur variando la distanza fra i dischi, e quindi il peso corrispondente alla tensione limite; variando il numero dei reofori posti fra ciascun conduttore ed un corrispondente disco; sostituendo a quella macchina le altre a cilindro sovraricordate, ed anche variando le condizioni di umidità relativa dell'aria, e di durata nel lavoro della macchina.

Però, a conferma ed insieme a schiarimento di questo importante fatto, mi limito a riferire soltanto alcuni dati di una lunga serie di prove eseguite colla grande macchina Winter. Da essi si rileva altresì che, aumentando la conduzione fra i piatti ed i conduttori, s'aumenta sempre lo sforzo rispondente alla tensione limite, data essendo la distanza fra i piatti, e ciò tanto pel conduttore positivo quanto pel negativo, talchè maggiore riesce il peso che in ogni caso misura la tensione limite.

NUMERO DEI REOFORI	COLL'ISOLAMENTO di entrambi i conduttori		COMUNICAZIONE col suolo	
	Distanza dei piatti	Peso limite per l'attrazione	Conduttore positivo	Conduttore negativo
1 Per ciascun condutt.	cent. 4.0	gr. 6.00	nessun mov.[to]	nessun mov.[to]
idem	» 5.0	» 4.60	idem	idem
idem	» 6.5	» 2.70	idem	idem
2 col conduttore — }.	» 4.0	» 7.00	idem	idem
1 col conduttore + }.	» 6.5	» 3.20	idem	idem
2 col conduttore + } 1 col conduttore — }.	» 6.5	» 3.20	idem	idem
2 per ciascun condutt.	» 6.5	» 3.70	idem	idem
idem	» 12.0	» 1.30	idem	idem
idem, senza anelli al condutt. positivo .	» 12.0	» 1.20	idem	idem

Ed in ciascuna delle precedenti prove sempre si verificava che quando colla comunicazione col suolo dell'uno o dell'altro conduttore non si aveva movimento di attrazione, questo di subito si manifestava coll'interrompere la comunicazione, ossia col ripristinare il completo isolamento.

Se non che si avvertiva qualche maggior ritardo nel determinarsi di poi di tal movimento, quando si era fatto comunicare col suolo il conduttore positivo, in confronto di quel che avveniva col conduttore negativo. Ma si riconobbe tosto che ciò proveniva dalla maggiore capacità del conduttore positivo munito de'due anelli, mentre i cuscinetti non ne sono provveduti; giacchè, togliendo codesti anelli, non si aveva più differenza sensibile.

E similmente si rilevò colle macchine a cilindro, che se la comunicazione del reoforo di un conduttore col piatto mobile veniva fatta con un filo snodato di molta sottigliezza, ri-

chiedevasi maggior tempo a riprodursi il moto di attrazione quando si toglieva la comunicazione col suolo per l' altro conduttore, poichè più di tempo richiedevasi pel primo a riacquistare la conveniente tensione, attesa la facile dissipazione elettrica prodotta da quel filo. Che però con altro filo di maggior grossezza e meglio arrotondato nella snodatura, disponendo altrimenti la comunicazione, per modo che fossero eguali le resistenze e le perdite pei reofori dei due piatti, cessava quella differenza, determinandosi di subito il movimento coll' interrompere la comunicazione stessa sì per l' uno che per l'altro conduttore.

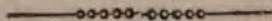
Dall'insieme delle precedenti osservazioni risulta adunque che *con qualsiasi macchina a strofinio si ha vantaggio*, *tanto per la tensione quanto per la carica elettrica*, *a tenere isolati entrambi i conduttori*, *perchè si stabilisca tra essi e ciascun ramo dello spinterometro un arco*, *la cui conduttricità sia proporzionata alla efficacia della macchina*.

Volli infine sperimentare con una boccia di Leida, di mezzana capacità, munita di spinterometro, al tutto isolata, le cui armature facevansi separatamente comunicare coi due conduttori della grande macchina Winter, a mezzo dei soliti reofori, onde rilevare se si richiedesse un maggior numero di giri del disco per produrne la scarica spontanea, con una data distanza delle palle fra le quali essa poteva scoccare, secondochè tutto il sistema fosse isolato, oppure comunicasse col suolo uno dei conduttori. Finchè si operò a debole tensione, cioè sino a 10 e 15 millimetri di distanza per la scarica esplosiva, non si potè riconoscere alcuna spiccata differenza fra questi due modi. Ma quando si operò a tensioni maggiori, si ebbe, per moltissime prove, la scarica spontanea con un numero di giri talpoco minore lorchè ogni parte era isolata, che non fosse quando una delle armature comunicava col suolo; avuto però sempre riguardo alle varie condizioni per le quali va mutando l' efficacia della macchina col lungo girare del disco.

Per esempio, essendo la distanza tra le palle della boccia di 20 millimetri, si richiesero, per medio di 8 prove, giri 15, 7 del disco col totale isolamento, mentre se ne richiesero 17, 8

per medio di 11 prove, quando l'uno o l'altro dei conduttori era fatto comunicare col suolo. E colla distanza di 25 millimetri si ottenne la scarica spontanea con giri 16, 6 coll'isolamento, e con giri 24 quando si stabiliva la comunicazione col suolo, e ciò per medio di 6 prove in ciascuno dei casi. Non si potè aumentare la tensione, perchè succedeva la scarica per dissipazione, ossia per fischio continuo anzichè la scarica esplosiva.

È però chiaro che il vantaggio dell'isolamento non può apparire assai spiccato se non operando a forti tensioni; poichè, interponendo il condensatore nell'arco della macchina, come in quest'ultime prove, la massima parte della carica venendo dissimulata nell'interno del coibente armato, l'isolamento non può giovare che per la debole tensione acquistata dalle parti esterne delle sue armature. Quando invece, come nelle esperienze descritte più sopra, la macchina agiva senza condensatore e collo spinterometro a due braccia, si potevano raggiungere distanze di 16 e sino di 20 centimetri per la scarica esplosiva, e appunto allora emergeva distintissima l'efficacia dell'isolamento.

Però ancora quest'ultime esperienze posero fuori di dubbio che per la carica di un condensatore, se pure non si ha svantaggio, certo non si ottiene vantaggio alcuno, pure a piccole tensioni, col seguire la comune pratica di mettere in rapporto col suolo una delle sue armature quando se ne carica l'altra; e meglio varrà sempre a far comunicare l'una di esse con uno dei conduttori, e l'altra coll'altro a mezzo di reofori isolati.

SUL MODO DI RICAVARE LA VERA ESPRESSIONE DELLE LEGGI DELLA NATURA DALLE CURVE EMPIRICHE; MEMORIA DI G. V. SCHIAPARELLI (1).

47. Eguagliamo pertanto a zero il differenziale del primo membro della (20) ed uniamovi le relazioni provenienti dalla differenziazione delle (19): si troverà:

$$
(21)\quad \begin{cases}
a_0 da_0 + 2a_1 da_1 + 2a_2 da_2 + \dots + 2a_n da_n = 0 \\
da_0 + 2\ da_1 + 2\ da_2 + \dots + 2\,da_n = 0 \\
1^2 da_1 + 2^2 da_2 + \dots + n^2 da_n = 0 \\
1^4 da_1 + 2^4 da_2 + \dots + n^4 da_n = 0 \\
1^6 da_1 + 2^6 da_2 + \dots + n^6 da_n = 0 \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots
\end{cases}
$$

Moltiplichiamo ora queste formole rispettivamente per i fattori 1, $-\lambda$, $-2\lambda'$, $-2\lambda''$, $-2\lambda'''$...., essendo qui $\lambda\ \lambda'\ \lambda''$.... quantità indeterminate: e sommiamo i prodotti: otterremo coll' eguagliare a zero separatamente $da_1\ da_2\ da_3$....

(1) *Continuazione e fine*. V. pag. 122 di questo volume.

$$(22)\quad\begin{cases} 0 = \alpha_0 - \lambda \\ 0 = \alpha_1 - \lambda - 1^2.\lambda' - 1^4.\lambda'' - 1^6.\lambda''' - \ldots. \\ 0 = \alpha_2 - \lambda - 2^2.\lambda' - 2^4.\lambda'' - 2^6.\lambda''' - \ldots: \\ 0 = \alpha_3 - \lambda - 3^2.\lambda' - 2^4.\lambda'' - 3^6.\lambda''' - \ldots. \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ 0 = \alpha_n - \lambda - n^2.\lambda' - n^4.\lambda'' - n^6.\lambda''' - \ldots. \end{cases}$$

Indichiamo con $S_2\ S_4\ S_6$ .... le somme delle 2.^{e}, 4.^{e}, 6.^{e} .... potenze degli n primi numeri, cioè facciamo:

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots. + n^2 = S_2$$

$$1^4 + 2^4 + 3^4 + \ldots. + n^4 = S_4$$

$$1^6 + 2^6 + 3^6 + \ldots. + n^6 = S_6$$

ec.

indi sommiamo le equazioni (22) primieramente dopo averle moltiplicate tutte per 2, salvo la prima: poi dopo averle moltiplicate rispettivamente per 0, 1^2, 2^2, 3^2 .... n^2: poi dopo averle moltiplicate per 0, 1^4, 2^4, 3^4 .... ec. Si otterrà, facendo attenzione alle equazioni (19):

$$(23)\quad\begin{cases} \frac{1}{2} = (n+\frac{1}{2})\lambda + S_2\lambda' + S_4\lambda'' + S_6\lambda''' + \ldots. \\ 0 = S_2\lambda + S_4\lambda' + S_6\lambda'' + S_8\lambda''' + \ldots. \\ 0 = S_4\lambda + S_6\lambda' + S_8\lambda'' + S_{10}\lambda''' + \ldots. \\ 0 = S_6\lambda + S_8\lambda' + S_{10}\lambda'' + S_{12}\lambda''' + \ldots. \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \end{cases}$$

risolvendo il quale sistema si ottengono le quantità $\lambda\ \lambda'\ \lambda''\ \lambda'''$: queste surrogate in (22) daranno i cercati valori di $x_0\ x_1\ x_2\ \ldots.\ x_n$ senz' altro calcolo.

48. A complemento della soluzione resta che s' indichi qual' è il grado di approssimazione con cui si ottiene l' ordinata y dalla (17), introducendovi i valori di α determinati come or ora fu indicato. Se nell' espressione del §. 46

$$E = \varepsilon \sqrt{\alpha_0^2 + 2\alpha_1^2 + 2\alpha_2^2 + \dots + 2\alpha_n^2} = M\varepsilon ,$$

s' introducano i valori di $\alpha_0\ \alpha_1\ \alpha_2 \dots$ somministrati dalle (22), si otterrà, usando delle somme $S_2\ S_4\ S_6 \dots$, il seguente risultato per la quantità sotto il radicale:

$$\begin{aligned} M^2 = \quad & 2\lambda \left\{ (n+\tfrac{1}{2})\lambda + \lambda' S_2 + \lambda'' S_4 + \lambda''' S_6 + \dots \right\} \\ & + 2\lambda' \left\{ \lambda S_2 + \lambda' S_4 + \lambda'' S_6 + \lambda''' S_8 + \dots \right\} \\ & + 2\lambda'' \left\{ \lambda S_4 + \lambda' S_6 + \lambda'' S_8 + \lambda''' S_{10} + \dots \right\} \\ & + 2\lambda''' \left\{ \lambda S_6 + \lambda' S_8 + \lambda'' S_{10} + \lambda''' S_{12} + \dots \right\} \\ & + \dots \end{aligned}$$

In virtù delle (23) tutte le somme fra parentesi son nulle, eccetto la prima, che risulta eguale a $+\frac{1}{2}$. Abbiamo dunque in sostanza:

$$M^2 = \lambda , \qquad E = \varepsilon \sqrt{\lambda} :$$

e con tal modo semplicissimo otterremo l' error probabile delle ordinate y risultante dalla perequazione qui descritta.

49. Pochissimo diverse sono le formole quando il numero delle ordinate insieme combinate è pari ed eguale a $2n$. In questo caso le ascisse, contate dal mezzo, sono $\pm \frac{1}{2} h$, $\pm \frac{3}{2} h$, $\pm \frac{5}{2} h \dots \pm (n-\frac{1}{2}) h$; le ordinate corrispondenti essendo $y_{\pm\frac{1}{2}}\ y_{\pm\frac{3}{2}}\ y_{\pm(n-\frac{1}{2})}$ l' ordinata perequata si calcolerà (§. 44) con una formola, quale

$$(17') \quad y = \alpha_{\frac{1}{2}}\left(y_{+\frac{1}{2}} + y_{-\frac{1}{2}}\right) + \alpha_{\frac{3}{2}}\left(y_{+\frac{3}{2}} + y_{-\frac{3}{2}}\right) + \dots + \alpha_{n-\frac{1}{2}}\left(y_{n-\frac{1}{2}} + y_{-n+\frac{1}{2}}\right)$$

Supponendo ora che queste ordinate appartengono tutte alla vera curva, dovranno esistere le relazioni:

$$(18')\begin{cases} y_{\pm\frac{1}{2}} = y \pm \frac{1}{2} h \frac{df}{dx} + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{h^2}{1.2} \frac{d^2 f}{dx^2} \pm \left(\frac{1}{2}\right)^3 \frac{h^3}{1.2.3} \frac{d^3 f}{dx^3} \cdot \\ y_{\pm\frac{3}{2}} = y \pm \frac{3}{2} h \frac{df}{dx} + \left(\frac{3}{2}\right)^2 \frac{h^2}{1.2} \frac{d^2 f}{dx^2} \pm \left(\frac{3}{2}\right)^3 \frac{h^3}{1.2.3} \frac{d^3 f}{dx^3} \cdot \\ \cdots\cdots\cdots \\ y_{\pm(n-\frac{1}{2})} = y \mp \left(n-\frac{1}{2}\right) h \frac{df}{dx} + \left(n-\frac{1}{2}\right)^2 \frac{h^2}{1.2} \frac{d^2 f}{dx^2} \pm \left(n-\frac{1}{2}\right)^3 \frac{h^3}{1.2.3} \frac{d^3 f}{dx^3} \end{cases}$$

introdotte queste in (17') dovremo avere per identità:

$$y = y \left\{ 2\alpha_{\frac{1}{2}} + 2\alpha_{\frac{3}{2}} + 2\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + 2\alpha_{n-\frac{1}{2}} \right\}$$

$$+ \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{2h^2}{1.2} \left\{ 1^2\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^2\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^2\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + (2n-1)^2\alpha_{n-\frac{1}{2}} \right\} \frac{d^2 f}{dx^2}$$

$$+ \left(\frac{1}{2}\right)^4 \frac{2h^4}{1.2.3.4} \left\{ 1^4\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^4\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^4\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + (2n-1)^4\alpha_{n-\frac{1}{2}} \right\} \frac{d^4 f}{dx^4}$$

$$+ \left(\frac{1}{2}\right)^6 \frac{2h^6}{1.2\dots6} \left\{ 1^6\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^6\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^6\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + (2n-1)^6\alpha_{n-\frac{1}{2}} \right\} \frac{d^6 f}{dx^6}$$

+ ec.

il che determina le condizioni:

$$(19')\begin{cases} \alpha_{\frac{1}{2}} + \alpha_{\frac{3}{2}} + \alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + \alpha_{n-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \\ 1^2\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^2\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^2\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + (2n-1)^2\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0 \\ 1^4\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^4\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^4\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + (2n-1)^4\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0 \\ 1^6\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^6\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^6\alpha_{\frac{5}{2}} + \dots + (2n-1)^6\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0 \\ \text{ec. ec.} \end{cases}$$

a cui conviene ancora aggiungere quella del minimum della somma dei quadrati dei coefficienti α,

$$(20') \qquad \alpha^2_{\frac{1}{2}} + \alpha^2_{\frac{3}{2}} + \alpha^2_{\frac{5}{2}} + \ldots + \alpha^2_{n-\frac{1}{2}} = \text{minimum}.$$

50. Con una serie di procedimenti affatto identica a quella del § 47 noi otterremo:

$$(21') \left\{ \begin{array}{l} \alpha_{\frac{1}{2}}\, d\alpha_{\frac{1}{2}} + \alpha_{\frac{3}{2}}\, d\alpha_{\frac{3}{2}} + \alpha_{\frac{5}{2}}\, d\alpha_{\frac{5}{2}} + \ldots + \alpha_{n-\frac{1}{2}}\, d\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0, \\ d\alpha_{\frac{1}{2}} + d\alpha_{\frac{3}{2}} + d\alpha_{\frac{5}{2}} + \ldots + d\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0, \\ 1^2\, d\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^2\, d\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^2\, d\alpha_{\frac{5}{2}} + \ldots + (2n-1)^2 d\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0, \\ 1^4\, d\alpha_{\frac{1}{2}} + 3^4\, d\alpha_{\frac{3}{2}} + 5^4\, d\alpha_{\frac{5}{2}} + \ldots + (2n-1)^4 d\alpha_{n-\frac{1}{2}} = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

che moltiplicate pei fattori l, $-\lambda$, $-\lambda'$, $-\lambda''$ .... e sommate daranno, per l' equiparazione a zero dei singoli differenziali:

$$(22') \left\{ \begin{array}{l} 0 = \alpha_{\frac{1}{2}} - \lambda - \lambda' - \lambda'' - \lambda''' - \ldots \\ 0 = \alpha_{\frac{3}{2}} - \lambda - 3^2\lambda' - 3^4\lambda'' - 3^6\lambda''' - \ldots \\ 0 = \alpha_{\frac{5}{2}} - \lambda - 5^2\lambda' - 5^4\lambda'' - 5^6\lambda''' - \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ 0 = \alpha_{n-\frac{1}{2}} - \lambda - (2n-1)^2\lambda' - (2n-1)^4\lambda'' - (2n-1)^6\lambda''' - \ldots \end{array} \right.$$

Di qui si potrà ottenere il valore dei coefficienti α, quando sia conosciuto quello di $\lambda\ \lambda'\ \lambda''$ .... Ora, chiamando $\Sigma_2\ \Sigma_4\ \Sigma_6$ .... le somme delle 2.^{e}, 4.^{e}, 6.^{e} .... potenze dei numeri impari 1, 3, 5 .... $2n-1$, la determinazione di $\lambda\ \lambda'\ \lambda''$ .... si trova dipendere dalle equazioni:

$$
(23')\quad \begin{cases}
\frac{1}{2} = n\lambda + \Sigma_2\lambda' + \Sigma_4\lambda'' + \Sigma_6\lambda''' + \dots \\
0 = \Sigma_2\lambda + \Sigma_4\lambda' + \Sigma_6\lambda'' + \Sigma_8\lambda''' + \dots \\
0 = \Sigma_4\lambda + \Sigma_6\lambda' + \Sigma_8\lambda'' + \Sigma_{10}\lambda''' + \dots \\
0 = \Sigma_6\lambda + \Sigma_8\lambda' + \Sigma_{10}\lambda'' + \Sigma_{12}\lambda''' + \dots \\
\dots\dots\dots
\end{cases}
$$

essendo:

$$1^2 + 3^2 + 5^2 + \dots + (2n - 1)^2 = \Sigma_2$$

$$1^4 + 3^4 + 5^4 + \dots + (2n - 1)^4 = \Sigma_4$$

$$1^6 + 3^6 + 5^6 + \dots + (2n - 1)^6 = \Sigma_6$$

ec.

e con artificio del tutto simile a quello del § 48 risulterà che qui pure l'approssimazione, con cui l'ordinata perequata y è data dalla (17'), viene determinata dal suo error probabile come segue:

$$E = \varepsilon \sqrt{\lambda}\,.$$

51. Tutta la difficoltà è dunque ridotta a determinare λ λ' λ''.... per mezzo delle equazioni (23) o (23'). Se non si vuol fare alcuna ipotesi sulla natura dell'arco di curva compreso fra le date ordinate, bisogna ammettere che gli sviluppi (18) (18') siano indefiniti: nel qual caso il numero delle equazioni (23) (23') e quello delle incognite λ λ' λ''.... è pure indefinito. Ma riflettendo, che le ordinate con cui si calcolano i valori perequati non possono, praticamente, esser mai molto numerose, se non si voglia fare lunghissimi calcoli: è chiaro che l'arco di curva dalle medesime abbracciato sarà sempre di poca lunghezza, e quindi si potrà assimilare, per quel breve tratto, ad una delle curve, che hanno un nume-

ro finito di coefficienti differenziali, e per cui lo sviluppo (18) o (18') non è indefinito. Si vedrà facilmente, che quando l' ultimo coefficiente differenziale di questi sviluppi sia $\frac{d^{2i+1}f}{dx^{2i+1}}$ oppure $\frac{d^{2i}f}{dx^{2i}}$, il numero dei coefficienti $\lambda\ \lambda'\ \lambda''$ .... e quello delle equazioni (23) (23') sarà $i+1$. Adunque secondo che si riterranno come trascurabili i quozienti differenziali al di là del primo, del terzo, del quinto.... otterremo nei sistemi (23) (23') una, due, tre,... incognite rispettivamente, e nasceranno diversi ordini di perequazione, che ora svilupperemo in particolare.

52. Nella perequazione del 1.° ordine si suppone che l' arco di curva compreso fra le date ordinate sia tale, da potersi lungo esso trascurare tutti i quozienti differenziali al di là del primo. Ciò equivale a dire, che si suppone quell' arco paragonabile ad un tratto di linea retta. In tal caso le equazioni (21) (21') si riducono ad una, che è la prima, e si avrà una sola incognita nelle (23) (23'), che è λ, e così pure una equazione, la quale dà:

$$\text{per}\quad 2n+1\quad \text{ordinate}\ ,\quad \lambda=\frac{1}{2n+1}$$

$$\text{per}\quad 2n\quad \text{ordinate}\ ,\quad \lambda=\frac{1}{2n+1}\ :$$

la prima delle (22) o (22'), fattevi $\lambda'=0\quad \lambda''=0\quad \lambda'''=0$.... darà:

$$\alpha_0=\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3 \ldots\ldots =\alpha_n \qquad =\frac{1}{2n+1}\ \text{per}\ 2n+1\ \text{ordinate},$$

$$\alpha_{\frac{1}{2}}=\alpha_{\frac{3}{2}}=\alpha_{\frac{5}{2}}= \ \ldots\ldots\ =\alpha_{n-\frac{1}{2}}=\frac{1}{2n+1}\ \text{per}\quad 2n\quad \text{ordinate}.$$

E quindi dalle (17) (17') si ricava:

$$y = \frac{1}{2n+1}\left(y_0 + y_1 + y_{-1} + y_2 + y_{-2} + \dots + y_n + y_{-n}\right)$$

$$y = \frac{1}{2n}\left(y_{+\frac{1}{2}} + y_{-\frac{1}{2}} + y_{+\frac{3}{2}} + y_{-\frac{3}{2}} + \dots + y_{n-\frac{1}{2}} + y_{-n+\frac{1}{2}}\right)$$

le quali formole esprimendo la semplice media delle ordinate danno il procedimento usato, e di cui si è parlato in principio. Questo è dunque la *perequazione di primo ordine.* L' error probabile di un' ordinata perequata è:

$$E = \varepsilon\sqrt{\lambda} = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2n+1}} \quad \text{per } 2n+1 \text{ ordinate}$$

$$E = \varepsilon\sqrt{\lambda} = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2n}} \quad \text{per } 2n \text{ ordinate}$$

siccome già si sapeva prevedere.

53. Nella perequazione di 2.° ordine si ritengono ancora come non trascurabili i coefficienti differenziali $\frac{d^2 f}{dx^2}\ \frac{d^3 f}{dx^3}$: gli altri si suppongono nulli, il che equivale ad ammettere, che l' arco di curva abbracciato dalle date ordinate sia paragonabile ad una delle parabole comprese nell' equazione:

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 .$$

Si potrà dunque usarne, anche quando l' arco suddetto abbracci un maximum, o un minimum, o un punto d' inflessione, ed in caso di necessità sarà ammissibile che tale arco comprenda simultaneamente tutti e tre questi accidenti: con che è compreso un numero grandissimo di casi. La perequazione dipenderà allora dalle formole seguenti:

I. Per $2n+1$ ordinate:

Dopo calcolati:

$$S_2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2$$

$$S_4 = 1^4 + 2^4 + 3^4 + \dots + n^4$$

si determinino $\lambda\ \lambda'$ dalle equazioni:

$$\tfrac{1}{2} = (n + \tfrac{1}{2})\lambda + S_2\lambda'$$

$$0 = S_2\lambda + S_4\lambda':$$

e si cerchino:

$$\alpha_0 = \lambda$$

$$\alpha_1 = \lambda + 1^2\lambda'$$

$$\alpha_2 = \lambda + 2^2\lambda'$$

$$\alpha_3 = \lambda + 3^2\lambda'$$

....

$$\alpha_n = \lambda + n^2\lambda':$$

sarà la formola perequatoria:

$$y = \alpha_0 y_0 + \alpha_1(y_{+1} + y_{-1}) + \alpha_2(y_{+2} + y_{-2}) + ... + \alpha_n(y_{+n} + y_{-n}).$$

II. Per $2n$ ordinate:

Dopo calcolati:

$$\Sigma_2 = 1^2 + 3^2 + 5^2 + 7^2 + ... + (2n-1)^2$$

$$\Sigma_4 = 1^4 + 3^4 + 5^4 + 7^4 + ... + (2n-1)^4$$

si determinino $\lambda\ \lambda'$ dalle equazioni:

$$\tfrac{1}{2} = n\lambda + \Sigma_2\lambda'$$

$$0 = \Sigma_2\lambda + \Sigma_4\lambda':$$

e si cerchino:

$$\alpha_{\frac{1}{2}} = \lambda + 1^2\lambda'$$

$$\alpha_{\frac{3}{2}} = \lambda + 3^2\lambda'$$

$$\alpha_{\frac{5}{2}} = \lambda + 5^2\,\lambda'$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

$$\alpha_{n-\frac{1}{2}} = \lambda + (2n-1)^2.\,\lambda'$$

sarà la forma perequatoria:

$$y = \alpha_{\frac{1}{2}}\left(y_{+\frac{1}{2}} + y_{-\frac{1}{2}}\right) + \alpha_{\frac{3}{2}}\left(y_{+\frac{3}{2}} + y_{-\frac{3}{2}}\right) + \alpha_{\frac{5}{2}}\left(y_{+\frac{5}{2}} + y_{-\frac{5}{2}}\right) + \ldots + \alpha_{n-\frac{1}{2}}\left(y_{n-\frac{1}{2}} + y_{-n+\frac{1}{2}}\right)$$

54. Nell' uno e nell' altro di questi due casi si ha l' error probabile d' y,

$$E = \varepsilon \sqrt{\lambda}\,.$$

Le soluzioni precedenti si potrebbero sviluppare più minutamente, esprimendo le quantità S_2 S_4 Σ_2 Σ_4 in frazione di n per mezzo delle note formole di sommazione. È possibile in questo modo ottenere i coefficienti α direttamente espressi in funzione del solo n. Ma le formole che così si ottengono sono troppo prolisse, e pel calcolo numerico è preferibile il modo precedente di soluzione, in cui parte direttamente dal valore numerico di S_2 S_4 Σ_2 Σ_4, facile in ogni caso a calcolare, perchè n non è mai molto grande. Ecco una tavola che dà le varie formole corrispondenti a 4, 5, 6.... fino a 12 ordinate:

1.° Per 4 ordinate $2n = 4$: $n = 2$: $\quad E = \varepsilon \sqrt{\frac{41}{64}}$:

$$y = \frac{1}{16}\left\{9y_{\frac{1}{2}} + 9y_{-\frac{1}{2}} - y_{\frac{3}{2}} - y_{-\frac{3}{2}}\right\}.$$

2.° Per 5 ordinate $2n + 1 = 5$: $n = 2$: $\quad \sqrt{\frac{17}{35}}$:

$$y = \frac{1}{35}\left\{17\,y_0 + 12\,y_1 + 12\,y_{-1} - 3\,y_2 - 3y_{-2}\right\}.$$

3.° Per 6 ordinate $2n = 6$: $n = 2$: $\mathrm{E} = \varepsilon \sqrt{\frac{101}{256}}$:

$$y = \frac{1}{32} \left\{ 12 y_{\frac{1}{2}} + 12 y_{-\frac{1}{2}} + 7 y_{\frac{3}{2}} + 7 y_{-\frac{3}{2}} - 3 y_{\frac{5}{2}} - 3 y_{-\frac{5}{2}} \right\}.$$

4.° Per 7 ordinate $2n + 1 = 7$: $n = 3$: $\mathrm{E} = \varepsilon \sqrt{\frac{1}{3}}$:

$$y = \frac{1}{21} \left\{ 7 y_0 + 6 y_1 + 6 y_{-1} + 3 y_2 + 3 y_{-2} - 2 y_3 - 2 y_{-3} \right\}.$$

5.° Per 8 ordinate $2n = 8$: $n = 3$: $\mathrm{E} = \varepsilon \sqrt{\frac{37}{128}}$:

$$y = \frac{1}{32} \left\{ 9 y_{\frac{1}{2}} + 9 y_{-\frac{1}{2}} + 7 y_{\frac{3}{2}} + 7 y_{-\frac{3}{2}} + 3 y_{\frac{5}{2}} + 3 y_{-\frac{5}{2}} - 3 y_{\frac{7}{2}} - 3 y_{-\frac{7}{2}} \right\}.$$

6.° Per 9 ordinate $2n + 1 = 9$: $n = 4$: $\mathrm{E} = \varepsilon \sqrt{\frac{59}{231}}$:

$$y = \frac{1}{231} \left\{ 59 y_0 + 54 y_1 + 54 y_{-1} + 39 y_2 + 39 y_{-2} \right.$$

$$\left. + 14 y_3 + 14 y_{-3} - 21 y_4 - 21 y_{-4} \right\}.$$

7.° Per 10 ordinate $2n = 10$: $n = 5$: $\mathrm{E} = \varepsilon \sqrt{\frac{293}{1280}}$:

$$y = \frac{1}{160} \left\{ 36 y_{\frac{1}{2}} + 36 y_{-\frac{1}{2}} + 31 y_{\frac{3}{2}} + 31 y_{-\frac{3}{2}} + 21 y_{-\frac{5}{2}} + 21 y_{-\frac{5}{2}} \right.$$

$$\left. + 6 y_{\frac{7}{2}} + 6 y_{-\frac{7}{2}} - 14 y_{\frac{9}{2}} - 14 y_{-\frac{9}{2}} \right\}.$$

8.° Per 11 ordinate $2n+1=11$: $n=5$: $E=\varepsilon\sqrt{\frac{89}{429}}$:

$$y=\frac{1}{429}\left\{89y_0+84y_1+84y_{-1}+69y_2+69y_{-2}\right.$$

$$\left.+44y_3+44y_{-3}+9y_4+9y_{-4}-36y_5-36y_{-5}\right\}.$$

9.° Per 12 ordinate $2n=12$: $n=6$: $E=\varepsilon\sqrt{\frac{83}{448}}$:

$$y=\frac{1}{112}\left\{21y_{\frac{1}{2}}+21y_{-\frac{1}{2}}+19y_{\frac{3}{2}}+19y_{-\frac{3}{2}}+15y_{\frac{5}{2}}+15y_{-\frac{5}{2}}\right.$$

$$\left.+9y_{\frac{7}{2}}+9y_{-\frac{7}{2}}+y_{\frac{9}{2}}+y_{-\frac{9}{2}}-9y_{\frac{11}{2}}-9y_{-\frac{11}{2}}\right\}.$$

Si vede dalla serie dei valori di E, che si può arrivare, con queste formole, a ragionevolissime approssimazioni; ma è necessario impiegare maggior numero di ordinate, che nella perequazione del 1.° ordine. Così per ridurre alla metà gli errori accidentali basta, in quest' ultimo caso, raccogliere le ordinate 4 a 4: mentre la stessa approssimazione domanda, nella perequazione di 2.° ordine, che si combinino 9 ordinate.

55. Credo che sia inutile trascrivere qui integralmente il quadro delle formole che servono alla perequazione del 3.° ordine. Basta, per ottenerle, conservare nelle formole generali i fattori $\lambda\,\lambda'\,\lambda''$, ponendo tutti gli altri eguali a zero. È poi manifesto dalle cose dette, che questa perequazione suppone nulli i quozienti differenziali della curva dal 6.° in avanti: suppone cioè che l' arco abbracciato dalle date ordinate sia assimilabile ad una delle linee contenute nell' equazione:

$$y=A+Bx+Cx^2+Dx^3+Ex^4+Fx^5;$$

e questa ipotesi è di larghissima applicazione, potendo al-

l'uopo esser compresi nell' intervallo delle ordinate due massimi, due minimi, e tre punti di flesso contrario. Ecco la tavola delle formole perequatorie del 3.° ordine da 6 fino ad 11 ordinate:

1.° Per 6 ordinate: $2n = 6$, $n = 3$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{11567}{16384}}$:

$$y = \frac{1}{256}\left\{150y_{\frac{1}{2}} + 150y_{-\frac{1}{2}} - 25y_{\frac{3}{2}} - 25y_{-\frac{5}{2}} + 3y_{\frac{7}{2}} + 3y_{-\frac{7}{2}}\right\}.$$

2.° Per 7 ordinate: $2n + 1 = 7$: $n = 3$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{131}{231}}$:

$$y = \frac{1}{231}\left\{131y_0 + 75y_1 + 75y_{-1} - 30y_2 - 30y_{-2} + 5y_3 + 59y_{-3}\right\}.$$

3.° Per 8 ordinate. $2n = 8$: $n = 4$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{15709}{32768}}$:

$$y = \frac{1}{512}\left\{225y_{\frac{1}{2}} + 225y_{-\frac{1}{2}} + 85y_{\frac{3}{2}} + 85y_{-\frac{3}{2}} - 69y_{\frac{5}{2}} - 69y_{-\frac{5}{2}} + 15y_{\frac{7}{2}} + 15y_{-\frac{7}{2}}\right\}.$$

4.° Per 9 ordinate: $2n + 1 = 9$: $n = 4$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{179}{429}}$:

$$y = \frac{1}{429}\left\{179y_0 + 135y_1 + 135y_{-1} + 30y_2 + 30y_{-2} - 55y_3 - 55y_{-3} + 15y_4 + 15y_{-4}\right\}.$$

5.° Per 10 ordinate: $2n = 10$: $n = 5$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{78871}{212992}}$:

$$y = \frac{1}{256}\left\{90y_{\frac{1}{2}} + 90y_{-\frac{1}{2}} + 55y_{\frac{3}{2}} + 55y_{-\frac{3}{2}} + 3y_{\frac{5}{2}} + 3y_{-\frac{5}{2}}\right.$$

$$\left. - 30y_{\frac{7}{2}} - 30y_{-\frac{7}{2}} + 10y_{-\frac{9}{2}} + 10y_{-\frac{9}{2}}\right\}.$$

6.° Per 11 ordinate: $2n + 1 = 11$: $n = 5$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{1}{3}}$:

$$y = \frac{1}{429}\left\{143y_0 + 120y_1 + 120y_{-1} + 60y_2 + 60y_{-2}\right.$$

$$\left. - 10y_3 - 10y_{-3} - 45y_4 - 45y_{-4} + 18y_5 + 18y_{-5}\right\}.$$

7.° Per 12 ordinate: $2n = 12$: $n = 6$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{39761}{131072}}$:

$$y = \frac{1}{1024}\left\{300y_{\frac{1}{2}} + 300y_{-\frac{1}{2}} + 220y_{\frac{3}{2}} + 220y_{-\frac{3}{2}} + 87y_{\frac{5}{2}} + 87y_{-\frac{5}{2}}\right.$$

$$\left. - 45y_{\frac{7}{2}} - 45y_{-\frac{7}{2}} - 95y_{\frac{9}{2}} - 95y_{-\frac{9}{2}} + 45y_{\frac{11}{2}} + 45y_{-\frac{11}{2}}\right\}.$$

8.° Per 13 ordinate: $2n + 1 = 13$: $n = 6$: $E = \varepsilon \sqrt{\frac{677}{2431}}$:

$$y = \frac{1}{2431}\left\{677y_0 + 600y_1 + 600y_{-1} + 390y_2 + 390y_{-2} + 110y_3 + 110y_{-3}\right.$$

$$\left. - 135y_4 - 135y_{-4} - 198y_5 - 198y_{-5} + 110y_6 + 110y_{-6}\right\}.$$

Considerando la serie dei valori di E in questa tavola, si troverà, esser possibile anche qui di arrivare ad una buona

approssimazione, ma tuttavia con maggior lentezza, che colle perequazioni precedenti. Per ridurre l'errore E alla metà di ε non sono ancora sufficienti 13 ordinate, mentre a tal bisogno bastano 9 nella perequazione di secondo ordine e 4 in quella di primo.

56. Io non svilupperò qui le formole perequatorie del quarto ordine e degli ordini più elevati. Siccome l'approssimazione in questi ordini diviene sempre più lenta, e per giungere ad un dato segno richiede sempre numeri maggiori di ordinate, il calcolo cresce rapidamente in prolissità; a questo si aggiunga, che i coefficienti numerici finiscono per acquistare una grandezza incomoda nell'uso pratico. Non saranno molti del resto i casi, in cui le formole del 3.° ordine non bastino al bisogno, e generalmente parlando si troverà comodo ed opportuno far uso di quelle del secondo. Il giudicare quali formole siano più convenienti ad un caso dato, non si può fare dietro regole generali. Conviene dall'un lato aver riguardo a che si ottenga una approssimazione buona; dall'altro non conviene dimenticare le supposizioni, su cui si fondano le regole perequatorie; cioè bisogna aver cura che gli archi compresi nelle ordinate insieme raccolte siano assimilabili, nelle perequazioni di 1.°, 2.°, 3.°.... ordine a curve della forma:

$$y = A + Bx$$

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3$$

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + Ex^4 + Fx^5$$

ec. ec.

Questo limita il numero delle ordinate, e quindi anche il grado di approssimazione, a cui si può aspirare usando delle formole di un dato ordine. Quindi talora avverrà, che per avere il grado desiderato di esattezza sia necessario ricorrere a formole di un ordine più elevato.

57. A dimostrare queste cose con un esempio, io consi-

dererò ancora il problema già superiormente trattato in altro modo, §§ 25-31. Noi abbiamo osservato che questa curva, sopra 30 ordinate, presenta tre massimi, tre minimi, e sei punti di flesso. Le sinuosità sono talmente pronunziate, che già è pericoloso usare della perequazione di 1.° ordine per 3 ordinate. Limitandoci a 2 ordinate, gli errori di tale operazione saranno dati da $E = \varepsilon \sqrt{\frac{1}{2}}$. Le irregolarità non saranno diminuite che nel rapporto di $\sqrt{2} : 1$. E questo è il limite dell' approssimazione che qui si può raggiungere colle formole del 1.° ordine. Quanto alle formole del 2.°, esse non permettono che le ordinate abbraccino più che un punto di flesso: non sarà quindi lecito assumerne più che 5, il che dà per l' approssimazione $E = \varepsilon \sqrt{\frac{17}{35}}$, poco diversa dalla precedente. Ricorrendo dunque alle formole del 3.° ordine, le quali ammettono fino a 3 punti di flesso, si potrà prendere senza tema fino a 13 ordinate, per le quali si otterrà l' approssimazione $E = \varepsilon \sqrt{\frac{617}{2441}}$, quasi $E = \frac{1}{2}\varepsilon$. Questa approssimazione potendosi avere per buona, si farà la perequazione colla formola di 3.° ordine a 13 ordinate:

$$y = \frac{1}{2431}\Big\{677y_0 + 600y_1 + 600y_{-1} + 390y_2 + 390y_{-2} + 110y_3 + 110y_{-3}$$

$$- 135y_4 - 135y_{-4} - 198y_5 - 198y_{-5} + 110y_6 + 110y_{-6}\Big\}.$$

La Tavola II presenta il quadro dei calcoli. La seconda colonna è identica alla seconda colonna della Tavola I, e contiene le ordinate osservate: soltanto per evitare le operazioni aritmetiche inutili fu detratta a tutte la quantità 0,500. Con questo i numeri osservati son ridotti a due cifre. Le colonne seguenti contengono i prodotti delle ordinate osservate pei coefficienti della formola 677, 600, 390, 110, — 135, — 198, 110. La penultima colonna dà finalmente i numeri perequati, e l' ultima dà le ordinate della curva regolariz-

zate a mano libera per eliminare le irregolarità residue della perequazione. Queste ultime ordinate possono riguardarsi come l'espressione definitiva di ciò che dicono le osservazioni impiegate, rispetto alla legge dell'influenza delle fasi lunari sulla serenità. Comparandole colle ordinate ottenute per altro metodo (Tavola I, col. VIII) si vede la quasi completa identità dei risultati. Il procedimento approssimativo spiegato nei §§ 25-31 dà una soluzione molto buona della questione, ed è in pratica assai più breve del modo qui sviluppato, ma questo è perfettamente rigoroso.

58. Se ora, gettando uno sguardo retrospettivo sui calcoli che precedono, si sottopongono ad esame le ipotesi su cui si fondano, si troverà che esse si riducono alle due seguenti: 1.° Che gli errori delle ordinate raccolte insieme in una sola formola seguano la legge degli errori accidentali d'osservazione. 2.° Che il tratto di curva compreso da queste ordinate sia assimilabile ad un tratto di curva algebrica della forma $y = A + B + Cx^2 + Dx^3 + ...$ La prima ipotesi non può esser contestata perchè qui si tratta soltanto di eliminare le irregolarità accidentali, e non di esaminare i fenomeni sistematici, che possono alterare l'espressione della legge cercata. Quanto alla seconda, essa sarà applicabile con tanto maggior approssimazione, quanto più breve è l'arco compreso dalle ordinate, e quanto maggiore sarà il grado della curva $y = A + Bx + Cx^2 + ...$ In ogni caso sarà sempre assai più plausibile lo adattare questa ipotesi ad un tratto breve di curva, che adattarla ad una curva intiera, come spesso si suol praticare. E non so davvero, se in questioni di questo genere sia possibile ridurre la parte arbitraria della soluzione entro termini più angusti, di quello che per noi si è fatto.

59. Darò qui termine alla già troppo lunga dissertazione intorno al soggetto delle curve empiriche. Può essere, che le osservazioni e le proposte in essa contenute sembrino ad alcuno troppo minuziose e pedantesche: e non è impossibile che questo parere in sè contenga qualche parte di vero. Ma considerando meco stesso il grandissimo zelo, con cui oggi i Meteorologi hanno moltiplicato di numero e cresciuto di

esattezza le loro osservazioni; ho pensato, che a trarne il debito frutto si voglia, alla eccellenza dei materiali, proporzionare anche quella dei procedimenti di calcolo, che conducono ai risultati. Io credo, che tra i miglioramenti, i quali si possono apportare in questa materia, quelli sovra esposti, ed alcuni altri, che mi propongo di studiare altra volta, siano affatto necessarii: se pur non si voglia fare come il cattivo architetto, il quale con eccellenti materiali si contenta d'elevare un edifizio mediocre.

Tavola Prima

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII
Età della Luna	Serenità osservata	Serenità perequata	Ordinate grafiche	Saette (milles.)	1.ª approssimazione	Nuove saette (millesimi)	2.ª approssimazione	Risultato della formola	Differenza	Errori del nostro metod.	Errori della formola
1	0,541	0,553	0,554	+4,0	0,552	+ 5,37	0,551	0,551	0	-10	-10
2	559	559	558	+3,0	556	+ 4,00	556	554	+2	+ 3	+ 5
3	569	561	563	+1,0	562	+ 1,75	562	561	+1	+ 7	+ 8
4	580	570	570	-3,0	572	- 3,87	572	570	+2	+ 8	+10
5	557	573	574	-5,0	577	- 6,13	577	577	0	-20	-20
6	584	576	576	-5,5	579	- 6,00	579	581	-2	- 5	+ 3
7	576	574	575	-6,5	578	- 7,75	579	579	0	- 3	- 3
8	581	574	571	-6,0	574	- 8,38	575	571	+4	+ 6	+10
9	573	563	563	-3,0	565	- 5,25	566	560	+6	+ 7	+13
10	556	554	554	+3,0	552	+ 3,62	552	549	+3	+ 4	+ 7
11	0,527	0,545	0,545	+9,5	0,540	+14,12	0,538	0,542	-4	-11	-15
12	531	542	543	+9,5	538	+14,25	536	540	-4	- 5	- 9
13	540	546	546	+3,5	544	+ 4,75	544	544	0	- 4	- 4
14	554	550	551	-3,0	553	- 5,00	554	550	+4	0	+ 4
15	577	554	554	-7,5	558	-11,13	560	557	+3	+17	+20
16	550	554	553	-7,5	557	-10,38	558	560	-2	- 8	-10
17	549	546	547	-4,0	549	- 4,88	549	556	-7	0	- 7
18	538	540	540	-0,5	540	- 0,25	540	546	-6	- 2	- 8
19	517	535	532	+3,0	530	+ 4,12	530	533	-3	-13	-16
20	544	525	526	+5,5	523	+ 7,12	522	521	+1	+22	+23
21	0,525	0,523	0,523	+5,5	0,520	+ 5,87	0,520	0,513	+7	+ 5	+12
22	499	523	523	+5,0	520	+ 4,50	521	512	+9	-22	-13
23	528	524	525	+6,5	522	+ 8,37	521	519	+2	+ 7	+ 9
24	521	529	530	+6,5	527	+10,25	525	530	-5	- 4	- 9
25	547	541	540	0,0	540	+ 0,50	540	542	-2	+ 7	+ 5
26	549	550	550	-7,0	553	-11,13	556	553	+3	- 7	- 4
27	560	555	555	-8,5	559	-13,13	562	559	+3	- 2	+ 1
28	571	555	556	-4,0	558	- 6, 5	559	560	-1	+12	+11
29	549	553	553	+1,5	552	+ 3,37	551	557	-6	- 2	- 8
30	545	553	552	+5,0	550	+ 7,75	548	552	-4	- 3	- 7

Tavola seconda

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Età della Luna	y	$677y$	$600y$	$390y$	$110y$	$-135y$	$-198y$	$110y$	Ordinate perequate	Risultato definitivo
1	0,041	278	246	160	45	− 55	− 81	45	0,051	0,050
2	59	399	354	230	65	− 78	− 117	65	55	56
3	69	467	414	269	76	− 93	− 137	76	62	62
4	80	542	480	312	88	− 108	− 158	88	70	70
5	57	386	342	222	63	− 77	− 113	63	75	76
6	84	569	504	328	92	− 113	− 166	92	80	80
7	76	515	456	296	84	− 102	− 150	84	80	80
8	81	548	486	316	89	− 109	− 160	89	76	76
9	73	494	438	285	80	− 99	− 145	80	66	66
10	56	379	336	218	62	− 76	− 111	62	51	51
11	0,027	183	162	105	30	− 36	− 53	30	0,039	0,040
12	31	210	186	121	34	− 42	− 61	34	38	38
13	40	271	240	156	44	− 54	− 79	44	41	41
14	54	366	324	211	59	− 73	− 107	59	53	52
15	77	421	462	300	85	− 104	− 152	85	54	56
16	50	338	300	195	55	− 67	− 99	55	57	55
17	49	332	294	191	54	− 66	− 97	54	49	49
18	38	257	228	148	42	− 51	− 75	42	40	40
19	17	115	102	66	19	− 23	− 34	19	31	31
20	44	298	264	172	48	− 59	− 87	48	23	23
21	0,025	169	150	97	27	− 34	− 49	27	20	20
22	− 1	− 7	− 6	− 4	− 1	+ 1	+ 2	− 1	18	18
23	28	190	168	109	31	− 38	− 55	31	20	20
24	21	142	126	82	23	− 28	− 42	23	28	28
25	47	318	282	183	52	− 63	− 93	52	39	41
26	49	332	294	191	54	− 66	− 97	54	55	55
27	60	406	360	234	66	− 81	− 119	66	60	60
28	71	481	426	277	78	− 96	− 141	78	57	57
29	49	332	294	191	54	− 66	− 97	54	53	52
30	45	305	270	176	49	− 61	− 89	49	46	48

SULLE CORRENTI ELETTRICHE DELLA TERRA; MEMORIA DI CARLO MATTEUCCI.

L'oggetto di questa Memoria è quello di descrivere una lunga serie di esperienze cominciate sin dal 1863, e non più interrotte da quel tempo se non per brevi intervalli, sopra le così dette *correnti elettriche della terra*, intendendo con queste parole le correnti elettriche che circolano in un circuito misto formato di un filo metallico e di uno strato terrestre, e che non dipendono da cause note e esistenti o nella parte metallica del circuito o nelle sue estremità comunicanti col suolo.

Le conclusioni di questo lavoro non comprendono pur troppo nè una spiegazione di queste correnti, fondata sopra una teoria fisica conosciuta, nè la cognizione intera delle leggi del fenomeno. Noi confidiamo però che anche i risultamenti ottenuti siano di tale importanza ed esattezza da ricompensare i lunghi e perseveranti sforzi che furono necessari per ottenerli. Speriamo anzi di essere assoluti da chi vorrà prendere a studiare seriamente quest'argomento, se non abbiamo condotto più avanti e a compimento queste ricerche, sembrandoci risultare evidente dalle esperienze fatte, che oramai i mezzi richiesti per estenderle e completarle sieno tali da superare le forze di un privato.

Parte storica.

Fin dal tempo in cui fu scoperto il galvanometro, cioè poco dopo le famose esperienze di Œrsted e di Ampère, si citano fenomeni di correnti elettriche ottenute applicando le estremità del galvanometro nei diversi punti di uno strato terrestre.

Crediamo che Fox è il primo che ha visto deviare l'ago di un galvanometro, introducendo le lastre di rame congiunte ai capi del filo del galvanometro nei vari punti di un filone di minerale di rame. Becquerel poco dopo il Fox pubblicava una lunga serie di esperienze sopra le correnti elettriche da lui ottenute immergendo gli elettrodi del galvanometro nella terra presa in condizioni diverse d'umidità e di natura.

È appena necessario di dire che tutte queste esperienze non erano che casi diversi del principio generale della pila, cioè di eterogeneità nelle lastre metalliche in contatto col suolo e dei liquidi di cui il suolo era imbevuto nei punti in contatto degli elettrodi. Sarebbe facile, anche supponendo di usare elettrodi omogenei e dai quali non si hanno correnti elettriche immergendoli nell'acqua, di far vedere segni determinati di correnti elettriche usando liquidi di una composizione chimica diversa o di diversa temperatura in contatto degli elettrodi. Sarebbe questa una maniera di ripetere, usando la terra per conduttore intermediario; le esperienze tentate, soprattutto dal Nobili, molti anni sono, sulle azioni chimiche reciproche di diversi liquidi. Lo stesso si deve dire di correnti elettriche ottenute con elettrodi su cui si sieno formate le così dette polarità secondarie.

Questi diversi modi di ottenere correnti elettriche in un circuito misto non hanno che fare collo studio di cui ci siamo occupati, se non per la cognizione importantissima e indispensabile delle cagioni d'errore che s'introducono nelle esperienze colle quali si cerca di scoprire e di studiare le correnti elettriche della terra, assolutamente indipendenti da quelle cagioni.

Io credo che il primo caso di correnti elettriche proprie della terra, e che si potrebbero chiamare, come l' ha fatto Airy, *correnti elettriche terrestri spontanee*, se non osservato, certamente descritto e pubblicato, è quello che fu scoperto nella notte del 17 novembre 1847 in Pisa nei fili telegrafici, e che descrissi in una lettera diretta ad Arago e pubblicata nei *Comptes rendus* dell'Accademia delle Scienze di Parigi. Quel fatto consisteva nell'esistenza di una corrente elettrica straordinaria che circolava nei fili telegrafici con tanta intensità e costanza da mantenere attratte le ancore dell'elettro-calamite degli apparecchi per tutto il tempo in cui si vedeva nel cielo una magnifica aurora boreale. Questo fatto fu poco dopo osservato negli Stati Uniti, e da quell'epoca in poi sono frequenti le osservazioni di correnti elettriche nei fili del telegrafo associate all'apparizione delle aurore boreali. Quando si pensa che d'altra parte è nota la relazione costante che esiste fra le aurore boreali e le indicazioni mostrate dagli apparecchi che servono a misurare la forza magnetica della terra, è impossibile di non riconoscere tutta l'importanza di quelli studi. Ed infatti, poco dopo quelle osservazioni, non tardarono lavori speciali diretti a cercare l'esistenza delle correnti elettriche della terra e delle loro leggi, indipendentemente dall'apparizione delle aurore boreali.

Noi non faremo che citare brevemente questi lavori fatti prima di quelli da noi intrapresi, e che sono dovuti ai signori Baumgarten, Barlow, Loyd, Walker, e specialmente a Lamont che ha più degli altri esteso e variato questi studi.

Per chi ha studiato queste Memorie coll'attenzione meritata dall'importanza dell'argomento e dall'autorità di quegli esperimentatori, è pur troppo difficile di non giungere alla conclusione che i risultamenti incerti, e così poco concordi fra loro da essi ottenuti, sono principalmente dovuti al metodo d'esperimentare e alle cause disturbatrici necessariamente introdotte da quel metodo. La maggior parte di quelle esperienze sono state eseguite sopra circuiti telegrafici e quindi sopra un filo metallico stabilito in mezzo ad altri fili metallici adoperati per le corrispodenze e perciò percorsi dalle correnti elettriche degli uffizi nel momento delle esperienze. Si

sa che i fili delle linee telegrafiche non sono mai fra loro e dalla terra isolati in maniera da non esservi segni di corrente nei fili laterali quando si chiude il circuito con uno dei fili stessi. Oltre di ciò le comunicazioni pei fili metallici del telegrafo colla terra si fanno ora con una lastra di rame immersa nei pozzi, ora congiungendo i fili coi tubi di ferro delle trombe, ora colle rotaie. Nelle Memorie citate manca generalmente l'indicazione del modo con cui sono costruite le linee del loro isolamento, delle comunicazioni di queste linee colla terra. Non è nemmeno detto, il più delle volte, se i numeri riferiti sono ottenuti da esperienze fatte, come è probabile, nel tempo in cui le linee servivano alle corrispondenze telegrafiche.

Noi crediamo inutile di distenderci sulla critica delle esperienze accennate e dei risultati ottenuti. Di questa critica si è incaricato recentemente un distinto fisico svizzero, il sig. Dufour di Losanna, e ci contentiamo di riferire colle sue stesse parole la conclusione a cui è giunto: « È dunque evidente « (dice il sig. Dufour), che se si vogliono intraprendere ri- « cerche sulle correnti elettriche della terra che presentino ga- « ranzie serie di esattezza, bisogna impiegare linee speciali e « assolutamente indipendenti dalla rete telegrafica ».

Fra coloro che ci hanno preceduti in queste ricerche, solamente il sig. Lamont sembra essersi preoccupato del metodo di sperimentare e delle cause di errore introdotte dai metodi seguiti. Perciò l'illustre astronomo di Monaco confessa esso stesso di non avere ancora trovato in queste esperienze *un punto di partenza perfettamente sicuro*, e chiude la sua Memoria colla confessione, che le cose da lui pubblicate fino a quel tempo *non devono essere considerate che come poche indicazioni generali e preliminari*.

In una parola, non credo di mettere innanzi una proposizione esagerata, affermando che da tutti i lavori che ho citato, sarebbe impossibile di ricavare la dimostrazione dell'esistenza del fenomeno di una corrente elettrica che circola in un filo metallico teso sulla terra e isolato da questa e di cui le estremità sono immerse nel suolo, indipendentemente dalle eterogeneità degli elettrodi e dalle varie cagioni d'errore evi-

dentemente introdotte in quelle esperienze, chiamando con questo nome cagioni già conosciute e che non hanno che fare con uno strato elettrico proprio della terra.

Metodo di esperimentare.

La descrizione di questo metodo deve comprendere la parte metallica del circuito misto; le comunicazioni fra le estremità del filo metallico e il suolo, e gli strumenti usati per scoprire e misurare la corrente.

Filo metallico. — Anzi tutto dirò che nessuna delle esperienze riferite in questa Memoria è stata eseguita sopra un filo metallico appartenente a una linea telegrafica composta di più fili. Tutte le volte che ho usata una linea telegrafica, questa era a un sol filo; e le esperienze erano fatte o nei mesi in cui il servizio telegrafico non si faceva per quel filo o nelle ore in cui sicuramente quel servizio era interrotto. Prima di cominciare le esperienze, la linea era stata visitata e riparata per togliere i contatti coi rami degli alberi o coi muri delle case, e per rinnovare le saldature delle unioni. Il filo era il solito filo di ferro delle linee telegrafiche di 3 o 4 millimetri di diametro. Le estremità del filo metallico erano congiunte cogli strumenti o cogli elettrodi immersi nel suolo per mezzo di un pezzo di filo di rame coperto di gutta-percha; saldato subito fuori degli uffizi telegrafici, ed era interrotta ogni comunicazione fra la linea e i fili soliti che entrano negli uffizi. L'isolamento della linea era sempre provato prima di cominciare le esperienze e fu sempre tale nei giorni asciutti da non dare una deviazione sensibile a un galvanometro di 2000 giri.

In molte delle esperienze che riferiremo fu usato un filo di rame di due millimetri di diametro coperto di gutta-percha, il quale era in qualche caso disteso sul suolo, in altri sepolto a una piccola profondità sotto la superficie della terra e il più spesso sospeso a piccole aste di legno, come si usano nei telegrafi da campo.

Elettrodi. — Naturalmente è questa la parte del circuito misto che ha richiesta la maggiore attenzione e che io ho po-

tuto disporre evitando le cause d'errore, dopo di essermi assicurato nelle esperienze di elettro-fisiologia che elettrodi di zinco amalgamato, immersi in una soluzione satura e neutra di solfato di zinco, non eccitano fra loro corrente elettrica e non acquistano polarità secondarie pel passaggio di una corrente voltaica.

Gli elettrodi che ho adoprato sono lastre rettangolari di zinco laminato, larghe 6 a 8 centimetri e alte 12 a 16 centimetri, perfettamente amalgamate e congiunte al filo metallico per mezzo di un serrafili a vite con due buchi, in uno dei quali entra il filo e nell'altro l'estremità di un'appendice lasciata alla lastra di zinco.

La lastra di zinco pesca in una soluzione satura e neutra di solfato di zinco, contenuta in un cilindro di porcellana come quello degli elementi di Grove. Importa di scegliere questi cilindri in modo che non sieno troppo porosi da lasciare facilmente scolare il liquido.

Il cilindro di porcellana così preparato è immerso nell'acqua di pozzo o di fonte, che deve essere la stessa alle due estremità. A contenere quest'acqua, in cui pescano i cilindri di porcellana, ho usato modi diversi. Talvolta, dopo avere praticato nel suolo una specie di fosso di varia profondità da un mezzo sino a due metri, ho fatto nel fondo di questa buca una cavità come una cassula larga 10 a 12 centimetri e tanto profonda che il cilindro di porcellana posato sul fondo venga col suo orlo alla pari del fondo della buca. Perchè poi l'acqua versata in questa specie di cassula non sia presto assorbita dal terreno, rivesto la cassula di uno strato di argilla manipulata, come si usa nelle fabbriche di maiolica.

Altre volte uso dei vasi da fiori, i quali sono immersi nel terreno, e comprimo il terreno intorno al vaso. In alcuni casi finalmente il cilindro di porcellana è introdotto e fissato in un grosso pezzo di sughero, il quale permette che il cilindro resti galleggiante sull'acqua di un pozzo e quasi interamente immerso; il filo di rame coperto di gutta-percha congiunto alla lastra di zinco, è avvolto attorno ad una funicella, per mezzo della quale si fa discendere il galleggiante nel pozzo.

Ho fatto molte esperienze preliminari per assicurarmi del-

l'omogeneità degli elettrodi così preparati. È molto facile di ottenere questa omogeneità e di conservarla coi cilindri porosi. Si comincia dall' avere un certo numero di questi cilindri nuovi, dall' empirli alla stessa altezza della soluzione di solfato di zinco: si scelgono quelli che non s'imbevono troppo facilmente e che no n lasciano scolare il liquido, e i due scelti, dopo essere stati ben asciugati con un panno pulito, s' immergono insieme in un recipiente pieno della stessa acqua. In questo modo anche con un galvanometro di 20000 giri si trovano presto i due elettrodi quasi perfettamente omogenei. Non di rado avviene che, lasciati i cilindri immersi nell' acqua per un certo tempo, o ritirati e poi immersi, si vede insorgere una qualche corrente fra i due elettrodi. Se la causa della differenza insorta fosse dovuta alle lastre di zinco, ciò che è il caso più raro, bisogna riamalgamarle: se l' eterogeneità insorta è invece dovuta ai cilindri di porcellana, allora bisogna ritirarli dall'acqua, asciugare più volte i cilindri con un panno e anche rinnovare l' acqua in cui sono immersi.

Più difficile è di trovare omogenei i vasi di terra cotta pieni d'acqua in cui s' immerge i cilindri porosi, e per riuscire bisogna lasciarli per qualche giorno imbeversi d' acqua e poi provarli, e allora se ne trovano, fra molti, due fra i quali non si hanno segni d'eterogeneità.

In alcune esperienze usai di praticare una buca di mezzo metro alle due estremità del circuito e di empirla dello stesso terreno, in ognuna delle quali poi immergeva un vaso di terra cotta. Più volte mi sono assicurato prima di cominciare l' esperienza che non vi era corrente fra gli elettrodi, immergendo i due vasi di terra in due buche di un mezzo metro fatte in contatto fra loro.

Ho cercato pure, tutte le volte che mi era permesso, d'invertire la posizione dei vasi di terra e di notare le differenze, se vi erano, delle deviazioni ottenute nei due casi, per scoprire se l'eterogeneità dei vasi stessi interveniva, e in quanta parte, nella corrente trovata.

Ho voluto finalmente conoscere se in qualche caso fosse stato possibile sostituire agli elettrodi che ho descritto due lastre di rame immerse nel suolo, ciò che sarebbe stato molto

più semplice e comodo, ed ho trovato che, qualunque fosse lo stato di quelle lastre prima di sottoporle all'esperienza, cioè di usarle o diversamente pulite o ossidate come si trovano più frequentemente, si otteneva sempre al galvanometro di duemila giri una deviazione da principio molto forte e di cui era impossibile di prevedere il senso. Accadeva però costantemente tenendo chiuso il circuito e lasciando le lastre di rame sepolte e fisse in terra, che quella deviazione diminuiva lentamente, e dopo 18 o 20 ore era scomparsa. A questo punto bastava però di muovere un po' una delle lastre, di calcare la terra attorno, di gettare un po' d'acqua sul suolo dove le due lastre erano immerse, perchè insorgesse una deviazione, la quale adagio adagio spariva. Accadeva anche che, tolte dal suolo le lastre quando la deviazioue era cessata, ricompariva la deviazione, rimettendole in terra o dove erano prima o in altri punti. È appena necessario di dire che, facendo passare una corrente attraverso il circuito misto cogli elettrodi di rame, si trovavano poi gli effetti delle polarità secondarie.

In conclusione: non vi sarebbe alcuna sicurezza nei risultati, usando in queste esperienze sulla corrente elettrica della terra elettrodi di rame: però usando questi elettrodi dopo averli lasciati sepolti in terra per 24 ore e a circuito chiuso, si ottengono le correnti proprie della terra, colla stessa deviazione e colla stessa costanza che cogli elettrodi di zinco ed anche con una intensità maggiore, e questo probabilmente per la maggiore estensione e profondità degli elettrodi di rame rispetto a quelli di zinco.

Galvanometro. — Disgraziatamente non ho potuto usare sempre in questa lunga serie d'esperienze lo stesso galvanometro: pure in due serie delle più importanti ho usato costantemente un galvanometro di duemila giri, con un sistema discretamente astatico, e che ho subito variazione in tutto il seguito delle esperienze.

Quando ho voluto avere un' idea dello stato elettrico dell'atmosfera, ho usata un'asta di legno sottile e di 6 a 7 metri d'altezza. All'estremità superiore di quest'asta era fissato un isolatore di porcellana, che portava un braccetto di ferro con una piccola puleggia. Per mezzo di un cordoncino di seta

e della puleggia sollevavo un filo di rame coperto di guttapercha che all'estremità superiore era scoperto per un lungo tratto avvolto a spirale, nella quale mettevo una specie di cartoccio fatto con diversi strati di esca che era accesa al momento dell'esperienza. L'estremità inferiore di quel filo di rame era congiunta alla pallina di un elettroscopio a pile a secco.

Esperienze in un circuito misto di lunghezza non maggiore di un chilometro, in uno strato orizzontale.

Le esperienze in queste condizioni sono state tentate molte volte, tenendo gli elettrodi di zinco ora in contatto, ora a distanze variabili di 10, 20, 50 e 100 metri. Sono appunto queste le esperienze che soglio premettere a quelle fatte sopra circuiti molto più lunghi e colle quali mi assicuro che non vi è eterogeneità fra gli elettrodi di zinco formati come furono descritti. Ho potuto così accertarmi le tante volte che, se vi era in qualche occasione una piccola deviazione e quasi trascurabile, essa dipendeva dai vasi di terra cotta, e che non vi era nessuna regolarità nelle correnti così ottenute, portando i vasi a diverse distanze dentro quei limiti. Infatti si vede talvolta crescere la corrente allontanando i vasi, e poi diminuire, sparire ed anche invertirsi portando i vasi a distanze maggiori. In questi casi ho potuto sempre riconoscere che vi era una differenza manifesta nelle qualità fisiche del terreno. Così si trova corrente avendo un elettrodo in un terreno carico di terriccio e l'altro in una terra argillosa: vi è corrente operando nella sabbia vicina al mare e avendo gli elettrodi ad una distanza diversa dalla spiaggia. Però gli effetti di queste differenze di terreno non si manifestano mai, se non in contatto dei vasi dove sono gli elettrodi. Perciò una volta trovati due punti a 15 o 20 metri di distanza, fra cui si ha corrente, si è certi di farla cessare, praticando in quei punti due buche di un metro di diametro al più, empiendole della stessa terra e in questa rimettendo i vasi cogli elettrodi.

È quindi utile, come già dissi, quando si opera sopra cir-

cuiti misti a grandi distanze, d' immergere i vasi in due buche empite dalla stessa terra, seppure, come non ho mancato di fare tutte le volte che ho potuto, non si ha la certezza che la deviazione rimane invariabile alternando la posizione degli elettrodi coi loro vasi.

A eliminare il dubbio che la differenza del terreno in cui sono immersi gli elettrodi, possa intervenire nei risultati trovati quando i circuiti erano molto lunghi, ho sempre usato di fare ad ognuna delle stazioni estreme quattro o cinque buche alla distanza di 10 o 20 metri l'una dall'altra, e di provare via via mutando la posizione dei vasi.

Passo ora a descrivere le esperienze fatte sopra circuiti misti molto più lunghi di quelli descritti, fino alla lunghezza di un chilometro. A questo oggetto ho scelto un vasto prato orizzontale in prossimità dell'Arno e precisamente nelle Cascine di Firenze. Il terreno di questo prato, almeno sino alla profondità di 25 o 30 centimetri, necessaria per immergere i vasi di terra degli elettrodi, aveva apparentemente le stesse qualità fisiche cioè quelle di un terreno arenoso, come suol essere nelle vicinanze dei fiumi.

Gli elettrodi di zinco sono stati messi successivamente a mezzo metro di distanza poi a 11 metri, poi a 148, poi 750, poi a 1060. Ad ognuna di queste stazioni, come già dissi, facevo quattro o cinque buche per variare in ogni caso la posizione degli elettrodi. Le esperienze si facevano allontanandosi successivamente, poi ritornando addietro nelle stesse buche, distendendo via via la matassa di filo di rame coperto di gutta-percha unito con un capo ad uno degli elettrodi e poi rifacendo la matassa e tornando addietro.

Il filo di rame coperto di gutta-percha fu tenuto ora disteso sul suolo, ora sospeso sopra dei paletti, ora sepolto nell'erba. È inutile di aggiungere che nel fare queste esperienze si usarono tutte le precauzioni già descritte per ottenere e conservare l'omogeneità degli elettrodi.

Il risultato ottenuto da queste esperienze, ripetute più volte con tutte le precauzioni per ottenerle esatte, fu *che in un circuito misto formato di un filo metallico e di uno strato di terra presso a poco orizzontale di una lunghezza compresa dentro*

un chilometro, in giorni di cielo sereno e aria calma non si trova col galvamometro di due mila giri una corrente propria della terra.

Però in un circuito di questa lunghezza notai in un giorno di temporale forte e vicino, delle deviazioni brusche nell' atto delle cariche.

Esperienze in un circuito misto della lunghezza di sei chilometri in uno strato press' a poco orizzontale.

Ho potuto coll'assistenza del Corpo del Genio stabilire sulla vasta pianura di San Maurizio, a 22 chilometri da Torino, pianura destinata a manovre militari, due circuiti misti, ognuno dei quali consisteva in uno strato di terra e in un filo di rame di due millimetri di diametro coperto di gutta-percha. Uno di questi fili era teso nella direzione del meridiano magnetico, l'altro in un piano normale a quel meridiano. I due fili avevano la stessa lunghezza circa, cioè 6400 metri. Il filo di rame era sospeso a piccole aste di legno, come si usano nella costruzione delle linee telegrafiche da campo. All' estremità delle due linee era scavata una buca di forma rettangolare, profonda e lunga due metri, e larga un metro: nel fondo di questa buca era praticata una cavità larga e profonda 30 centimetri, la quale era rivestita di argilla tanto da non lasciare filtrare l'acqua. Tutte le quattro cavità erano empite dalla stessa acqua, che era quella di una ricca gora di uno dei canali che traversano la pianura; in quest'acqua erano immersi i cilindri di porcellana cogli elettrodi di zinco.

Le prime esperienze furono dirette ad assicurarsi dell' eguale conducibilità delle due linee miste.

Dirò anzi tutto che i due fili metallici, Nord-Sud e Est-Ovest, erano interrotti quasi alle loro metà e in quel punto entravano in una stanza ove avevo posti i galvanometri.

Nel maggior numero di queste esperienze usai un galvanometro di 1500 giri con un sistema astatico: disgraziatamente quest'istrumento soffrì tali guasti nell'essere trasportato a Torino finite le esperienze, da non poter più essere adoperato.

Per misurare la conducibilità dei due circuiti misti facevo passare ora nell' uno, ora nell'altro, la corrente di un buon e-

lemento Daniell, e stabilivo con un reostata la conducibilità dei due circuiti. La differenza fin da principio fra le due linee era ben piccola, e non ebbi che a scavare di qualche centimetro le due buche della linea che aveva la resistenza maggiore, per renderle ambidue di uguale e costante resistenza.

Provai anche ad empire due grandi buche fatte quasi in contatto della terra stessa ricavata nel formare le buche alle estremità delle linee. E in queste buche così empite praticai le due cassule già descritte e vi introdussi i soliti elettrodi: quando questi erano adoperati, essendo stati ben preparati, non si trovava alcuna corrente introducendo poi gli elettrodi nelle buche.

Dopo questi studi preliminari cominciai una serie d'osservazioni che ha durato circa un mese, dal 12 marzo al 15 aprile 1864, essendo la stagione generalmente serena e l'aria fredda e asciutta: vi furono due o tre giorni di forte vento d'Est e un giorno di pioggia con temporale. Per lo spazio di 10 giorni le osservazioni non furono mai interrotte notte e giorno, e due soldati che si davano la muta furono messi a sorvegliare presso ogni buca.

Il galvanometro usato era di 1500 giri e dava una deviazione fissa di 60° con un elemento Daniell introdotto in uno dei circuiti misti.

Ecco i risultati ottenuti dalla lunga serie di osservazioni fatte nei modi e nel tempo che ho descritto:

1° Nei circuiti misti, formati di un filo di rame e di uno strato di terra press'a poco orizzontale e lungo circa 6 chilometri, vi è sempre una corrente elettrica che circola con intensità e in direzioni determinate secondo la direzione di quei circuiti rispetto al meridiano magnetico: quella corrente non può assolutamente essere attribuita all'eterogenità degli elettrodi o degli strati terrestri in contatto degli elettrodi stessi.

2° Queste correnti hanno un'intensità che cresce fino a un certo punto in ragione della profondità in cui sono immersi gli elettrodi sotto la superficie della terra, da centimetri 50 sino a 2 metri. La maggiore conducibilità che hanno le linee miste secondo la profondità in cui sono immersi gli elettroidi, spiega la variazione trovata nella intensità delle correnti elet-

triche terrestri in quelle circostanze. È questo un risultato conforme a quello che si ottiene dopo la pioggia e che è dovuto all'umidità maggiore del terreno in contatto degli elettrodi.

3° Quando le buche in cui sono immersi gli elettrodi sono profonde due metri o più, o gli elettrodi sono immersi nelle acque dei pozzi, la estensione delle lamine di zinco e il diametro dei vasi porosi hanno poca influenza sull'intensità delle correnti terrestri.

4° Nel circuito disteso lungo il meridiano magnetico o Sud-Nord, la corrente elettrica ebbe sempre una direzione costante e un'intensità che variò molto debolmente e manifestando un certo periodo. Durante un mese d'osservazioni, diverse centinaia d'osservazioni danno che la corrente terrestre fu sempre diretta nella parte metallica del circuito dal Sud al Nord, e mai l'ago del galvanometro si fissò sullo zero nè nel quadrante opposto, e le sue oscillazioni furono sempre piccole e lentissime.

5° Paragonando fra loro le deviazioni poco diverse ottenute in nove intieri giorni di osservazioni costanti, essendo la stagione calma e serena, si deduce che la corrente nel circuito Sud-Nord presenta nelle 24 ore due *massimi* e due *minimi*. d'intensità. I due *minimi* sono, uno nel giorno e l'altro nella notte, presso a poco nelle stesse ore cioè dalle undici a un'ora. Dopo un'ora nella notte corrente aumenta e dalle cinque alle sette del mattino si nota un *massimo*; nel giorno questo *massimo* oscilla fra le tre e le sette dopo mezzogiorno.

Le differenze fra il *minimo* e il *massimo* d'intensità sono un po' più grandi che fra 1 e 2.

6° Nel circuito perpendicolare al meridiano magnetico i risultati sono molto diversi a grandi variazioni: È frequente il caso in cui si veda l'ago rimanere a zero : spesso oscilla da una parte e dall'altra dello zero, andando da 2 a 3 gradi sino a 14 e 15 della stessa parte. La direzione della corrente più frequentemente osservata in questo circuito fu dall'Ovest all'Est nella parte metallica. In generale l'ago non si fissa mai e fa oscillazioni qualche volta anche molto ampie e con rapidità.

7° Non fu mai notato che le differenze di temperatura, che furono da zero sino a +18 e +20° C, e la varia umidità dell'aria, nè la pioggia avessero influenza sulla direzione della

corrente esistente nel circuito disteso lungo il meridiano magnetico.

8° Questi risultati non hanno variato mutando la posizione della porzione metallica del circuito, cioè usando il filo metallico disteso sul suolo invece che sospeso sugli alberi.

Esperienze sopra circuiti misti di lunghezza varia da 2 a 300 metri fino a molti chilometri, essendo gli elettrodi immersi nel suolo a una differenza di altezza fra loro più o meno grande.

Le prime esperienze di questo genere sono state fatte sulla collina della Villa della Regina presso Torino. Il circuito misto ivi stabilito si componeva di un filo di ferro isolato nei modi soliti e lungo in linea retta circa 600 metri, in una direzione intermedia fra S.E e N.O le due estremità di questo filo erano unite ai soliti elettrodi di zinco immersi nel suolo a una differenza di livello di 150 metri. Anche in queste esperienze le buche in cui gli elettrodi erano immersi erano state empite colla stessa qualità di terra, e poi vi erano state praticate le cassule o cavità già descritte, rivestite di argilla. In alcune esperienze i cilindri di porcellana e gli elettrodi di zinco erano messi a galleggiare nell'acqua di due pozzi, come fu già descritto.

Queste esperienze hanno durato mesi e mesi, in diverse stagioni, e non di rado l'ago del galvanometro è stato osservato per giorni interi a piccolissimi intervalli di tempo.

Ho trovato costantemente in questo circuito una corrente elettrica ascendente nel filo metallico, di una intensità che nei giorni sereni e calmi era costante o subiva piccolissime oscillazioni.

Spesso alternavo la posizione degli elettrodi, portando in basso l'elettrodo che era in alto e viceversa : la corrente non variò mai di direzione e pochissimo d'intensità.

Per un certo tempo ho usato in queste esperienze lo stesso galvanometro di 1500 giri, che mi ha servito nelle esperienze sui circuiti di 6 chilometri, nel campo di San Maurizio, e l'intensità della corrente, che chiamerò della collina, era sempre molto maggiore di quella della corrente trovata nel circuito di 6 chilometri.

La corrente ascendente della collina fu di 20 a 25 gradi a questo galvanometro, mentre quella trovata nei circuiti di 6 chilometri, e dove per conseguenza la resistenza era molto più grande, non superò mai 5 a 6 gradi nella linea del meridiano magnetico.

L'intensità della corrente ascendente non mutò sostituendo al filo di ferro isolato, il filo di rame coperto di *gutta-percha*, nè si notarono differenze, essendo questo filo disteso sul suolo coperto di erba o coperto dalla neve.

Ho visto crescere l'intensità della corrente mettendo gli elettrodi nel suolo, da 10 centimetri di profondità, in fondo a buche di 1 a 2 metri di profondità: così nelle buche meno profonde la corrente ascendente era di 15 a 16 gradi, e nelle buche molto profonde e nei pozzi di oltre 20 gradi. Allorchè gli elettrodi sono in uno strato molto superficiale, la deviazione è meno fissa che allorquando gli elettrodi pescano nell'acqua dei pozzi. In questo secondo caso la deviazione rimane costante, anche per ore e ore, se il giorno è sereno e tranquillo, e non muta invertendo la posizione degli elettrodi nei pozzi, come già fu detto.

Credo utile di riferire i numeri esprimenti le deviazioni trovate in alcuni giorni del Luglio 1864, essendo gli elettrodi di zinco immersi in buche profonde di due metri. L'elettricità atmosferica era d'intensità mediocre e costantemente positiva. Il cielo fu in parte sereno e in parte nuvolo e temporalesco. Il galvanometro che adopravo era di 2000 giri.

GIORNO	ORA	DEVIAZIONE prodotta dalla corrente ascendente terrestre nel filo metallico	STATO DEL CIELO	GIORNO	ORA	DEVIAZIONE prodotta dalla corrente ascendente terrestre nel filo metallico	STATO DEI
Luglio 15	7am.	25°....	Elettricità + al bondan.	Luglio 16	12.20	25°	
	7.30	23 a 26	Cielo sereno e + 27°C.		1	25	
	7.45	23 a 26			2.30	23	
	8	23 a 24			3	19	
	8.12	22 a 25			4.30	30	
	8.18	23			5	28	
	8.20	24			5.30	27	
	8.30	23 a 24			6	28	
	9	23 a 24..	Elettr. positiva minima		7	27	
	9.20	23 a 25			7.30	28	
	10	25			8	28	
	10.30	22	Nuvolo sparso e + 27°C.		8.30	28	
	11	24			9	27	Temporale.
	11.30	24			9.30	28	
	12	23			10.30	27	
	12.30	25		» 17	5.50am	29	Sereno e be
	1	24 a 25			8	30	pioggia del
	1.30	23 a 24			9	34	
	2	24			9.15	35	
	2.30	27			9.35	35	
	3	24			10	35	
	3.18	23 a 24			10.30	34	
	3.30	28			10.50	33	
	4	16			11	33	
	4.30	17			11.10	34	
	5	18			11.30	33	
	6	18			11.40	33	
	6.30	19			12	31	
	7	20			12.20	31	
	7.30	21 a 22			12.30	31	
	8	22			1.30	29	
	8.30	24			2	28	
	9	20			2.30	26	
	9.30	22			3.30	25	
	10	24			4.10	24	
	10.30	25			4.35	28	
	11	25			4.40	28	
» 16	4.am	25			5.25	27	
	7	23 a 24			6.30	28	
	9.30	25			7	25	
	10	24			7.15	25	
	11	25					

É impossibile di scorgere nei numeri riferiti una qualche relazione fra l'intensità della corrente terrestre e l'ora del giorno. L'aumento osservato sul finire del giorno 16 e nel mattino

del 17, è probabilmente dovuto alla pioggia caduta in quell'intervallo; e infatti non si manca mai di ottenere quest'effetto spargendo con un innaffiatoio due o tre secchi d' acqua intorno agli elettrodi. Alle prime ore di ognuno dei giorni riferiti mi accertavo dell' omogeneità degli elettrodi, tenendoli immersi assieme nell'acqua e di tanto invertendoli di posizione. La precauzione più importante è quella di assicurarsi frequentemente che l' acqua conservi un livello costante nelle cavità in cui sono immersi i cilindri di porcellana degli elettrodi.

Riferirò ancora i numeri di una delle osservazioni fatte avendo gli elettrodi galleggianti in due pozzi, uno in cima e l'altro alla base della collina, come già dissi. I numeri riportati furono ottenuti col galvanometro di 1500 giri

GIORNO	ORA	DEVIAZIONE prodotta dalla corrente ascendente nel filo metallico	STATO DEL CIELO
Luglio 25	12. 15 am.	32°	Sereno.
	2. 24	32	
	5. 30	40	
	5. 50	42	
	6. 20	42	
	7. 45	40	
	8. 30	40	
	10	42	
	11	40	
	12	40	
	12. 30	40	
	2	40	
	2. 30	42	
	3	40	
	4	40	
	5	40	
	8. 30	40	
	9	40	
	9. 30	40	
	10	40	
	10. 30	41	
	12. 30	41	

Anche in questa esperienza la posizione degli elettrodi fu per due volte invertita.

Evidentemente, usando gli elettrodi galleggianti nell'acqua dei pozzi, la deviazione è più costante che tenendo gli elettrodi nelle buche fatte in terra, dove accade che l'acqua in cui pescano i cilindri va via calando. Devo qui osservare che avendo potuto adoperare un pozzo posto sulla metà della collina di Torino, ripetei queste esperienze avendo la stessa lunghezza di prima di filo metallico, e in un caso uno strato di terra lungo dalla base della collina circa alla metà e nell'altro caso dalla metà in cima, e tenendo sempre gli elettrodi immersi in pozzi: nelle esperienze in cui il circuito terrestre era circa la metà di quello usato prima la deviazione fissa della corrente ascendente fu di 10°, cioè molto minore di quella ottenuta fra la base e la cima della collina.

Credo utile di descrivere ancora i resultati principali ottenuti da una serie non interrotta d'esperienze fatte in tutti i mesi dell'estate scorsa nelle colline intorno a Firenze.

La linea era composta del solito filo di rame coperto di gutta-percha, sospeso sugli alberi e interrotto circa alla metà per entrare nel laboratorio, dove i due capi erano immersi in due vasetti pieni di mercurio assieme ai fili del galvanometro di 1500 giri. In molte esperienze ho usata un'altra linea simile, che mi permetteva di provare fra loro i due elettrodi immersi quasi a contatto, ora nella stazione inferiore, ora nella superiore. Gli elettrodi erano le solite lastre di zinco amalgamate, immerse nella soluzione del solfato di zinco, e questa contenuta nei cilindri di porcellana immersi alla loro volta nell'acqua di pozzo o di fonte contenuta in due vasi di terra cotta, come quelli da fiori, sepolti nella terra.

È inutile di ripetere che questi elettrodi erano provati prima, immersi assieme nell'acqua o in terra alle due estremità, e che si usavano tutte le precauzioni per essere certi dell'omogeneità degli elettrodi. Alle due estremità, scegliendo un terreno che ha circa la stessa natura, solevo fare due buche, larghe e alte un metro, che riempivo della stessa terra, ed in queste buche così preparate introducevo i vasi coi due elettrodi. In ogni giorno d'esperienza cominciavo sempre e fi-

nivo, invertendo la posizione dei vasi e assicurandomi così che le deviazioni erano indipendenti dagli elettrodi, e che questi, provati in contatto, erano sensibilmente omogenei.

I due elettrodi erano fra loro a una differenza di livello di circa 55 metri.

Contemporaneamente alle osservazioni delle correnti elettriche nel circuito, studiavo alle stazioni estreme l'elettricità atmosferica nel modo già descritto. Nei giorni sereni ho sempre trovato fortissimi segni d'elettricità positiva presso la stazione superiore, e nulli o molto deboli i segni della stessa elettricità in fondo alla vallata presso la stazione inferiore, e lo stesso accadeva in questa stagione anche quando vi erano temporali. Nella stazione superiore invece i segni cambiavano secondo l'intensità e la distanza dei temporali, come lo diremo in seguito. Scelgo i numeri ottenuti nei giorni 2, 3 e 4 di luglio, essendo l'aria calda e secca, e quasi sempre serena, meno un temporale molto lontano che accadeva il 3 luglio in alcune ore dopo il mezzogiorno.

Nel giorno 2, dal mattino fino alle 10 della sera, *la corrente fu sempre ascendente nel filo metallico e fissa fra* 15° *e* 16° *nel mattino e fra* 11° *e* 12° *dopo il mezzogiorno*. I risultati del 3 giugno furono i seguenti:

ORA	DEVIAZIONE
8 am.	13° a 14°
9. 42	15
12	8
1. 16	12
1. 30	12 a 13
2. 32	18
2. 40	18
2. 45	18
2. 48	15
3	18
3. 12	15
3. 43	18
3. 50	18
4. 5	15
4. 20	18
4. 40	17
5. 40	18
8. 50	14
9. 30	30
10. 15	15

Avendo lasciati gli elettrodi in posto tutta la notte, la corrente era fissa fra 14° e 15° al mattino dopo, e rimase la stessa deviazione invertendo la posizione degli elettrodi.

Riferirò anche i numeri ottenuti il 30 maggio, nel quale si verificò una specie di tempesta, cioè soffiava un forte vento di scirocco e per alcun tempo il cielo era coperto di grossi nuvoli traversati da scariche elettriche in distanza e vi fu pioggia.

STATO DEL CIELO	ORA	DEVIAZIONE della solita corrente ascendente nel filo metallico
Pioggia per qualche tempo.	7 ant.	22°
	8	18 a 20
	9. 14	23
Vento forte.	12	20
	12. 20	21
	12. 30	20
	12. 37	18
	12. 45	20
	1	20
	1. 15	15
	1. 20	10
	1. 30	8
	1. 40	5
Nuvole temporalesche bassissime e minacciose, lampi e tuoni e pioggia.	1. 45	l' ago oscilla fra 5° e 6°
	1. 50	
	2. 5	
	2. 8	
	2. 10	
	2. 15	
	2. 30	
	2. 36	
Forte pioggia che dura fino alle 4 p.m. con tuoni e lampi, e grosse nuvole nere sulla linea.	2. 40	10
	2. 50	10
	2. 53	15
	3	20
	3. 10	20
	3. 15	20
	3. 18	22
	3. 20	25
	3. 25	23
	3. 30	20
	3. 35	25
	3. 38	25

Sino a questo momento l' ago oscillava leggermente : ma dopo, sotto l' azione del temporale, l' ago, benchè sempre dalla parte da cui lo tiene la corrente ascendente, fece grandi o-

scillazioni, e alla fine del giorno la deviazione era quasi fissa verso 60°. Abbiamo già detto che il 2 giugno a cielo sereno e tornata l'aria calda e asciutta, la deviazione era ristabilita e fissa fra 15 e 16 gradi.

In un temporale del giorno 7 ho tenuto l'elettroscopio in funzione per molto tempo nella stazione intermedia, costantemente avevo grandi oscillazioni dell'ago fino allo zero, quando l'elettroscopio dava segni di elettricità negativa o dava segni debolissimi di elettricità positiva. Anche sotto i forti colpi di vento queste oscillazioni si verificavano. Invece, la deviazione solita della corrente ascendente cresceva lentamente o bruscamente, secondo che l'elettroscopio indicava un aumento corrispondente nei segni dell'elettricità positiva o un aumento brusco della stessa elettricità nell'atto in cui scoccava un lampo.

In molte altre serie d'esperienze, che credo inutile di riferire, ho trovato sempre nei giorni calmi e sereni una deviazione quasi costante: e questo non accadeva più sotto i temporali ed anche nei giorni sereni sotto i forti colpi di vento e le grandi oscillazioni della pressione atmosferica.

Passo ora a descrivere le esperienze eseguite sopra un circuito misto, in cui il conduttore metallico, che era un filo di ferro di tre millimetri ben isolato, aveva circa 45 chilometri di lunghezza.

Le due stazioni estreme, che erano Pontedera e Volterra, avevano fra loro una differenza di altezza di circa 540 metri.

Le esperienze sono state fatte nelle due notti degli 11 e 23 luglio, a cielo sereno e calmo.

Le esperienze cominciavano alle ore 7,30 p. m. e finivano alle 4,45 a. m.

Nella linea fra Pontedera e Volterra gli uffizi telegrafici sono chiusi nella notte, e per essere anche più certo che nessuna corrente del telegrafo poteva introdursi durante le esperienze nelle linee, feci interrompere la linea da una parte e dall'altra a un palo o due di distanza dall'uffizio e al di là dell'interruzione feci saldare un pezzo di filo di rame coperto di gutta-percha, che alla stazione di Volterra scendeva immediatamente in terra riunito all'elettrodo di zinco immerso nel

suolo nel modo solito, mentre alla stazione di Pontedera, dove era il galvanometro, il filo di rame sopradetto andava al capo del galvanometro, avendo fatto comunicare l'altro capo pure a un filo di rame coperto di gutta-percha che terminava alla terra unito all'altro elettrodo di zinco.

Ecco i numeri delle due esperienze, in ambedue delle quali la deviazione costante dell'ago indicava la solita corrente ascendente nel filo metallico.

17 luglio		23 luglio	
Ora	Deviazione	Ora	Deviazione
7. 30 pm.	17°	8 pm.	6°
8	11	8. 15	20
8. 30	13	8. 30	30 a 40
9	10	8. 45	28
9. 30	12	9	20
10. 15	10	9. 20	10
10. 30	12	9. 25	20
11	10	9. 30	22
11. 15	16	9. 45	30
12. 30	10	10	20
1	15	10. 15	10
1. 30	15	12. 30	25
2	14	2. 35	40
2. 30	15	3	36
3	18	3. 55	38
4	21		
4. 30	8		
4. 45	10		

In queste esperienze, e sopra tutto in quella della notte degli 11 luglio, la deviazione era stata sensibilmente costante anche nell'intervallo fra una osservazione e l'altra, e le variazioni si facevano lentissimamente. Questa costanza però non fu così assoluta come quella notata nelle esperienze precedenti e a circuito corto, avendo l'ago in questa esperienza fra Volterra e Pontedera mostrato costantemente una specie di tremito in

un arco che non fu però mai maggiore di un grado. Oltre di che tanto nelle esperienze degli 11, quanto in quelle del 23 luglio, avvenne nella prima notte per tre volte, nella seconda per quattro, ad intervalli varii di tempo, che l'ago deviato e quasi fisso scese improvvisamente a 0° e oscillò il più spesso per pochi secondi e una volta sola per circa un'ora nel quadrante opposto, non prendendo mai una direzione fissa e tornando con un movimento brusco a fissarsi sotto la corrente ascendente.

Devo ritenere, ma non potrei affermarlo assolutamente, che questi movimenti straordinari dell'ago sono indipendenti dagli errori delle esperienze, annoverando fra questi anche il caso di una corrente voltaica introdotta per un momento nel circuito a Volterra, dove io non era.

L'ultima serie delle esperienze che mi resta a riferire è quella che riguarda gli studi fatti sopra una lunga linea telegrafica da Ivrea a Courmayeur, prima nell'ottobre del 1864 e poi di nuovo nel novembre del 1866.

Le esperienze furono fatte nei tre tratti diversi di cui si compone quella linea. Il primo tratto fra Ivrea e S^t-Vincent, quasi parallelo al meridiano, è lungo 36 chilometri, essendo fra le due estremità una differenza di livello di 281 metri. Il secondo tratto di linea fra S^t-Vincent e Aosta è lungo 25 chilometri e la differenza di livello è di 83 metri. Infine il terzo tratto fra Aosta e Courmayeur all'estremità della vallata ai piedi del Monte Bianco è lungo 27 chilometri e la differenza di livello delle due estremità è di 642 metri.

Nel 1864 le esperienze furono fatte separatamente nei tre tratti di linea che abbiamo descritti. nelle esperienze del 1866 furono adoperati i due tratti soli, cioè da Ivrea a Aosta e da Aosta a Courmayeur.

Il filo della linea era il solito filo di ferro di 3 a 4 millimetri di diametro. Prima delle esperienze, la linea intiera era stata visitata, riparata ed isolata con cura, sicchè non vi era movimento sensibile nell'ago introducendo una corrente nella linea mentre il capo opposto era isolato in aria. Ho usato i soliti elettrodi di zinco già tante volte descritti, ora messi a galleggiare sull'acqua dei pozzi quando ho potuto, ora immer-

si in buche fatte in terra piene della stessa acqua, che era quella della Dora. Fra Ivrea, St-Vincent e Aosta le esperienze sono sempre state fatte nella notte, quando gli uffici telegrafici erano chiusi: nelle ultime esperienze fra Aosta e Courmayeur, dove il servizio telegrafico cessa nel settembre, le esperienze poterono farsi a qualunque ora del giorno e con sicurezza. I risultati ottenuti nella prima serie d'esperienze, e già descritti in un estratto inserito nei *Comptes rendus* del 19 settembre 1864 dell'Accademia di Parigi, sono i seguenti. Le correnti elettriche ottenute nelle tre linee della val d'Aosta malgrado la resistenza molto più grande della porzione metallica di queste linee in paragone della linea di 600 metri sulla quale avevo operato nelle colline presso Torino, davano allo stesso galvanometro correnti molto più forti, misurate da deviazioni più o meno fisse di 40° a 60° e sino a 80 gradi, in vece di 20, 25 al più ottenuti sulla linea corta. Tutte le volte che le deviazioni si fissavano, e questo accadeva anche per lo spazio di un'ora la deviazione indicava una corrente ascendente nel filo metallico. Però si notava un certo tremito nell'ago, e di tanto in tanto, come nelle esperienze fra Pontedera e Volterra, l'ago discendeva improvvisamente a 0° e oscillava per qualche istante o intorno a 0°, o anche nel quadrante opposto. per poi ritornare alla deviazione fissa dovuta alla corrente ascendente nel filo metallico.

Anche in questo caso ho tutta la ragione di credere, ma non potrei affermarlo assolutamente, che nessuna corrente voltaica sia stata introdotta per qualche istante nel circuito per produrre quelle oscillazioni.

Le esperienze fatte nel novembre del 1866 furono tentate in condizioni migliori, e quando la corrispondenza fra Courmayeur e Aosta era cessata da due mesi. In queste esperienze io fui assistito dal sig. Eccher, aiuto della Cattedra di Fisica di questo Museo, e al suo zelo ed amore per la scienza devo se in circostanze di clima e di luogo non comode, soprattutto nella stagione invernale, si sono usate tutte le precauzioni possibili perchè le esperienze riuscissero le più esatte possibili.

In queste esperienze si avevano ad ognuna delle estremità tre vasi simili di terra immersi in un terreno press'a poco ugua-

le e a qualche distanza fra loro, e successivamente si misurava la corrente dopo aver portati gli elettrodi di zinco immersi nei cilindri di porcellana e riscontrati ben omogenei, ora in un vaso di terra, ora nell'altro, essendo in tutti i vasi alle due estremità la medesima acqua

Le esperienze fra Aosta e Courmayeur furono fatte il 3 novembre 1866 alle 8 a. m.: l'elettricità atmosferica a Courmayeur era debolmente positiva; la notte aveva nevicato sulle alture e la nebbia si era dissipata solo al sorgere del sole. Alle 8,45' la linea fu provata per conoscere l'isolamento, che era perfetto.

Esse diedero i risultati seguenti.

ORA	DEVIAZIONE	LIMITI dell' oscillaz. dell'ago	OSSERVAZIONI
9.15am.	30°	20°—43	Sono usate le buche estreme che chiameremo N. 1 e N. 1.
9.30	41	30—51	Ago quasi fermo e oscilla quasi sempre fra 38 e 45
9.45	52	50—55	Ago quasi immobile.
10	......	......	Tolte le comunicaz. l'ago va a 0°; sono rimesse fra le buche N. 1 Courmayeur o N. 2 Aosta.
10.10	50	40—55	
10.20	51	49—54	Ago quasi fermo.
10.30	52	50—58	Oscillazione lenta.
10.40	54	......	Assolutamente fermo.
10.45			Segni d'elettric. positiva più forti del mattino.
10.58	54	45—60	Oscillazioni debolissime.
11	......	......	Tolte le comunicaz. l'ago va a 0° e rimesse fra buca N. 3 Aosta e N. 2 Courmayeur.
11.10	52	46—60	Ago quasi fermo.
11.20	52	46—60	Id.
11.35	47	30—51	Fra le buche N. 3 e N. 3 dalle due parti, l'ago oscilla.
11.45	45	25—50	Id.
11.55	44	......	Ago fermo.
12	......	......	Levate le comunicaz. e rimesse fra buca N. 1 Aosta e N. 3 Courmayeur.
1. 5	36	30—50	Piccole oscillazioni.
1.10	34	20—42	Quasi quieto.
1.15	36	20—45	Oscilla. Le buche sono N. 1 o N. 1 delle due parti.
1.20	38	29—50	Lievi oscillazioni.
1.25	42	35—50	Oscilla appena.
1.30	......	......	Levate le comunicazioni e rimesse fra N. 2 Aosta e N. 1 Courmayeur.
1.35	45	40—52	Lievi oscillazioni.
1.40	49	......	Ago fermo.
1.45	52	......	Id. ; fra le buche N. 2 da ambe le parti.
1.55	52	......	Id.
2	......	......	Buche N. 2 da ambe le parti.
2. 8	48	40—52	Quasi fermo. Buche N. 3 da ambe le parti.
2.15	19	......	Ago fermo.
2.20	50	45—53	Lievi oscillazioni.

Devo aggiungere che alle due stazioni di Aosta e di Courmayeur furono anche adoperati due elettrodi di rame, che erano due lamine di questo metallo di circa un terzo di metro quadrato di superficie, sepolte a circa un metro di profondità. Queste lamine furono adoperate come elettrodi, dopo essere state da due giorni sepolte. Nel giorno 3 di novembre, con questi elettrodi di rame e ad intervalli di più ore di tempo si ebbe una de-

viazione quasi fissa e nello stesso senso che cogli elettrodi di zinco, che fu dalle ore 15 alle ore 12,48' di 65°, di 70°, di 69°, e dalle 2,40' fino alle 3,30' di 69° e di 68°.

Tutte le deviazioni riferite indicavano *una corrente ascendente* nella porzione metallica del circuito.

Descriverò per ultimo le esperienze fatte sulla linea fra Ivrea e Aosta lunga circa 160 chilometri, e di cui le estremità sono fra loro a una differenza di livello di 364 metri. Le esperienze furono condotte esattamente come quelle descritte distesamente fra Aosta e Courmayeur, ed eseguite nei giorni 5 e 6 novembre. L'elettricità atmosferica sempre positiva era a Aosta assai più intensa che nelle esperienze fatte a Courmayeur.

La corrente che circolava in questa linea era costantemente ascendente nella parte metallica del circuito, e per molte ore la deviazione oscillò fra 40 e 50 gradi.

Nel giorno successivo l'aria era interamente serena, il sole vivo, e i segni d'elettricità atmosferica furono più forti che mai.

L'ago durò deviato per diverse ore e quasi fisso fra 60 e 64 gradi per una corrente ascendente nel filo metallico.

Anche fra Ivrea e Aosta si provarono le lastre di rame immerse nel suolo alla profondità di un metro, come elettrodi, e la deviazione ottenuta, essendo l'ago quasi immobile, fu di 64 a 65 gradi.

Conclusioni Generali.

Le esperienze descritte in questa Memoria dimostrano le proposizioni seguenti:

1° Se si ha un filo metallico isolato dal suolo o sospeso ad una certa altezza o in contatto col suolo stesso, e di cui le estremità sono immerse nella terra, in buona comunicazione con essa e per mezzo di elettrodi perfettamente omogenei, e colla certezza che non esiste forza elettromotrice nè fra alcuna parte del circuito metallico, nè fra la terra e gli elettrodi, si trova che vi è in quel filo una costante circolazione d'elettricità, tutte le volte che questo filo, essendo le sue estremità immerse press'a poco ad una stessa altezza e in uno strato orizzontale, la lunghezza rettilinea del filo è almeno di 6 chilometri, o se

essendo questo filo molto più corto, le sue estremità sono immerse nel suolo ad una altezza diversa fra loro;

2°. Allorchè il filo metallico è lungo 6 chilometri e di cui le estremità sono immerse in uno strato orizzontale, vi è in quel filo una corrente in direzione costante, diretta dal sud al nord, se il filo è disteso al meridiano: se questo filo è disteso nella linea equitoriale, i segni della corrente elettrica che vi circola sono molto variabili e senza una direzione fissa;

3°. In un filo metallico molto più corto, a cominciare da 300 metri, vi è una circolazione costante di elettricità se le estremità sono immerse nel suolo a diverse altezze fra loro. In questo caso la corrente è costantemente ascendente nel filo metallico;

4°. Questa corrente ascendente ha una intensità che malgrado la maggiore resistenza del circuito cresce colla lunghezza dei circuiti e cresce anche colla differenza di livello dei punti in cui le estremità del filo sono immerse. Però nei circuiti molto lunghi e a grande differenza di altezza fra le estremità, l' intensità della corrente ascendente non è più così costante come lo è nei circuiti corti.

Questi risultati mutano in presenza dei temporali ed anche nelle grandi perturbazioni atmosferiche: in questi casi l'intensità della corrente terrestre ed anche la sua direzione sono soggette a notevoli variazioni.

Ipotesi sull'origine della corrente terrestre.

Sarò brevissimo sopra questo punto, mancando ancora a queste ricerche l' ampiezza necessaria per giungere in un fenomeno necessariamente oscuro e forse complesso ad una spiegazione rigorosa.

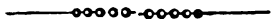
Quando si pensa che la resistenza alla corrente elettrica di uno strato terrestre è quasi nulla, e che essa non varia colla lunghezza di questo strato, non vien fatto di vedere analogia fra queste correnti terrestri e le correnti derivate propriamente dette.

Legate come sono le correnti terrestri coll'apparizione dell'aurora boreale e colle grandi variazioni del magnetismo terre-

stre, si presenta naturalmente la probabilità di un' intima relazione fra queste correnti e le cause del magnetismo della terra e dello stato elettrico della terra stessa e dell' aria.

Se, come è provato dall' esperienza, la terra è un corpo carico d'elettricità negativa; se, come in fatti avviene, la tensione di questo stato elettrico della terra cresce coll' altezza dei punti terrestri, si può concepire che un filo metallico, di cui un estremità tocca il fondo di una vallata e l' altra una sommità, debba essere percorso da una corrente elettrica ascendente, come appunto fu trovato di un' intensità proporzionale alla differenza dei potenziali elettrici di quei due punti.

Siccome poi lo stato elettrico della terra varia anche nei giorni sereni nelle varie ore del giorno, potrebbe anche da questa legge dell'elettricità atmosferica aver origine la corrente elettrica terrestre nei fili metallici toccanti il suolo colle loro estremità, purchè molto lunghi.

Ma fenomeni così oscuri e complessi richiedono una grande riserva nei tentativi che si fanno per spiegarli, ed è solo da quelle nuove o più perseveranti ricerche che abbiamo invocate nel principio di questa Memoria, che si può attendere una maggiore luce sopra un fenomeno tanto importante per la fisica terrestre.

RICERCHE SULLA SALITA E SUGLI ORGANI SALIVALI DEL DOLIUM GALEA; NOTA DI S. DE LUCA E P. PANCERI.

Questo animale è notissimo ab antiquo, e la sua anatomia fu data da Delle Chiaje nel III volume dell' opera del Poli. Esso possiede due glandole salivali, ciascuna delle quali quando è ripiena di liquido ha il volume alquanto maggiore di un uovo di gallina. Il liquido contenuto in dette glandole è fortemente acido, e, come sarà in seguito dimostrato, l'acidità è dovuta alla presenza dell'acido solforico libero, che rappresenta oltre il 3 per 100 del liquido normale salivale.

Era già noto che il Dolium galea emetteva dalla bocca un liquido che in contatto de'carbonati era capace di produrre un'energica effervescenza, e nel 1857, uno di noi (il Prof. Panceri) trovandosi in Nizza marittima ebbe invito dal ch. Giovanni Mueller di ripetere le osservazioni relative all'annunciato singolare fenomeno che presenta il liquido emesso dalla bocca del *Dolium* in parola.

Avendo ora soltanto avuti due individui del detto mollusco, pescati nel golfo di Pozzuoli, abbiamo voluto esaminarli dal punto di vista degli organi salivali come anche del liquido segregato.

Messe allo scoverto le gigantesche glandole salivali, involte da membrana candidissima e trasparente, essendo ripiene di liquido lasciavano scorgere i fondi ciechi, rimarchevoli

per volume, quali sono figurati e descritti nell' opera del Poli. Differente per aspetto e struttura è una piccola parte o lobo della glandola che circonda l'origine de' dotti escretori i quali decorrendo lungo l'esofago per poi sboccare a' lati della così detta lingua si contraevano al minimo tocco siccome sogliono i condotti escretori di animali agli esperimentatori notissimi.

Dell' anatomia se ne farà uno studio speciale i cui risultati saranno comunicati ulteriormente all' Accademia. Ci accorgemmo però che il liquido contenuto nelle dette glandole cominciò in contatto dell' aria del grembo stesso delle frondole a sviluppare bollicine numerose di un gas che sarà in altra occasione studiato. Questo liquido poi estratto per pressione e per incisione, aveva sapore acido piuttosto grato; la quale acidità fu paragonata a quella della limonea minerale o dell' acido citrico; inoltre il liquido caduto sul marmo fece viva effervescenza, e quasi fosse una soluzione di acido energico alterò i colori degli abiti delle persone che eseguivano o assistevano a tali esperienze, ne' punti ove furono tocchi dal liquido accennato.

Tali risultati c'indussero ad eseguire un' analisi qualitativa del liquido stesso, determinando con precisione la natura dell'acido. L'esame chimico ci dimostrò insino all' evidenza che l' acidità di quel liquido è dovuta alla presenza dell' acido solforico libero in proporzione notevole. Un tal risultato ci sorprese non poco, e dubitando che i vasi da noi adoperati contenessero quell' acido, ripetemmo più volte le sperienze usando maggiore diligenza e precauzione, e sempre ottenemmo le medesime reazioni dell' acido solforico libero.

Ecco taluni particolari intorno alle ricerche chimiche eseguite sul liquido proveniente dagli accennati due individui del *Dolium galea* detto comunemente *tofa femmina*. Come gl' individui son due così, noi indichiamo i due liquidi corrispondenti uno col N.° 1 e l'altro col N.° 2.

Ambidue i liquidi sono incolori, opalescenti per una sostanza organica solfo-azotata, che si precipita per mezzo dell' alcoole; di un sapore acidissimo, analogo a quello della limonea minerale; arrossano energicamente la carta azzurra di laccamuffa, e fanno effervescenza coi carbonati.

Evaporatane una goccia sopra una lamina di platino, poco dopo si ha annerimento con isviluppo di fumi bianchi acidissimi ed irritanti .

La densità del liquido N.° 1 determinata colla boccetta alla temperatura di 30° del termometro centigrado si trova eguale a 1,025, mentre 5cc,098 di questo liquido pesano 5gr,227.

Il liquido N° 2 è stato raccolto con maggiore accuratezza. La sua densità è espressa da 1,030 alla medesima temperatura; 5cc,088 pesano 5gr,280.

Una porzione del liquido N° 1 evaporata sino alla riduzione di poche stille entro un tubo da saggio, e queste riscaldate maggiormente in presenza del rame, si è avuto svolgimento di un gas soffocante analogo a quello dello solfo in combustione, che decolora l'ioduro d'amido, inverdisce il bicromato di potassa, e fatto gorgogliare nell'acqua stillata questa precipita colla soluzione di barite, ed il precipitato si scioglie istantaneamente nell'acido cloridrico senza residuo, e s'intorbida tanto per l'esposizione all'aria, quanto per l'addizione dell'acido nitrico, o dell'acqua di cloro .

Lo stesso liquido N° 1 precipita copiosamente coll'acqua di barite ed anche col cloruro di bario, ed il precipitato è insolubile negli acidi : dà inoltre col nitrato di argento un sensibile deposito fiocсoso solubile nell'ammoniaca, nell'iposolfito di soda, e che si colora in violetto e poi in nero alla luce.

Il liquido N° 2 si comporta egualmente coi composti baritici e col sale di argento.

Due terzi circa di questo liquido si è introdotto in una storta tubulata a tappo smerigliato, a cui si è adattato un palloncino condensatore. Dopo di che applicato il calore di una lampada a spirito alla storta, si è proceduto alla distillazione raccogliendo a frazioni il liquido stillato . Tanto le prime porzioni quanto le intermedie non accusavano menomamente l'esistenza dell'acido cloridrico ma solo dell'acido solforico , non reagendo col nitrato d'argento, ma bensì col nitrato di barite, solo quando nella storta sono comparsi dei fumi bianchi e la massa annerendosi si rigonfiava, allora nel liquido stillato si è appalesata evidentemente la presenza dell'idracido proveniente senza dubbio dalla decomposizione del cloruro sodico; oltre

di che l'acido solforico anche conteneva dell'acido solforoso, che si avvertiva tosto all'odore. Si sono raccolti e conservati in recipienti appositi i prodotti di questa distillazione frazionata, le cui ultime porzioni sono costituite in un'acido piuttosto concentrato.

Per acquistare maggior certezza sull'assenza dell'acido cloridrico libero nel liquido N° 2 e conseguentemente in quello N° 1 si è eliminato l'acido solforico col nitrato di barite, ed il liquido filtrato acido si è sottoposto alla distillazione: le prime porzioni del liquido stillato quantunque a reazione debolmente acida non reagivano col nitrato d'argento: mentre intorbidavansi le ultime raccolte, ed il liquido rimasto nella storta dava un'abbondante precipitato col sale argentico.

Inoltre l'assenza dell'idracido è comprovata dal dosamento dell'ossiacido allo stato di solfato di barite per pesata, il quale dosamento coincide approssimativamente con quello dello stesso acido effettuato per volume mediante una soluzione titolata di saccarato calcico.

Il precipitato ottenuto coi due liquidi in esame mercè i sali di barite, cioè il solfato di barite calcinato fortemente in un piccolo crogiuolo di platino dopo averlo mescolato alla polvere di carbone di zucchero, ha fornito una sostanza solubile nell'acqua, che deposita solfo colla tintura di iodio e che precipita assaissimo coll'acido solforico esalando gas idrogeno solforato.

A fine d'isolare l'acido solforico allo stato di massima concentrazione e puro, si è trasformato da prima in solfato acido di soda che si è fatto cristallizzare per ben due volte. Però non è stato possibile operando diligentemente ottenere da esso l'acido puro a motivo della sostanza organica solfo-azotata, che accompagna ed aderisce ai cristalli.

Il residuo della evaporazione e calcinazione del liquido primitivo ripreso coll'acido cloridrico manifesta la presenza della calce, del ferro, della magnesia, de' fosfati, ec. ec.

Senza entrare in tutt' i particolari delle numerose sperienze fatte per istabilire la composizione qualitativa e quantitativa del liquido acido in parola, ci limitiamo per ora ad indicare le cifre risultanti da due analisi, riserbandoci di rettificar-

le, se fa d'uopo, che avremo fatte altre ricerche ed altre determinazioni, sopra liquidi provenienti da individui di diversa età e pescati in diverse epoche dell' anno:

	I		II
Acido solforico anidro libero, . . .	3,42	. .	3,3
— — — combinato. .	0,2	. .	0,15
— — cloridrico libero . . .	0,0	. .	0,0
— — — combinato. .	0,58	. .	0,6
Potassa, soda, magnesia, calce, ferro, fosfati, materia organica azoto-solforata e perdita	1,8	. .	2,35
Acqua	94,0	. .	93,6
	100,0	. .	100,0

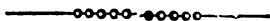
La presenza di un acido minerale, qual'è l'acido solforico allo stato libero, nelle glandole del Dolium galea, è un fatto di grande importanza che ha eccitato la nostra curiosità e c'impegnò a ricercare se nelle pubblicazioni scientifiche se ne facesse cenno. Ecco quello che abbiamo potuto rilevare dalla lettura di molte opere e molti giornali.

Il signor Troschel in Messina nel 1854 osservò il fenomeno ed il getto lungo un piede che l'animale emette dalla bocca ejaculando il liquido.

Avendo il Troschel affidato a Boedeker l'analisi dell'umor acido in discorso proveniente dalle glandole salivali, egli lo trovò risultare di:

Acido cloridrico libero	0,4
Acido solforico idrato.	2,7 (1)
Acido solforico anidro combinato a basi formanti sali neutri	1,4
Magnesia, potassa, soda, qualche poco di ammoniaca, pochissima calce con sostanza organica	1,6
Acqua	93,9
	100,0

(1) Eguale a 2,2 $^{0}/_{0}$ di acido solforico anidro.

Da quel tempo in poi lo strano fenomeno non aveva avuto conferma, anzi fuori che d'alcuno come il Bronn, da altri fu posto in dimenticanza e forse in dubbio . Le più recenti e note pubblicazioni scientifiche di chimica e di fisiologia non ne danno il minimo cenno, e siccome le nostre ricerche relative alla natura dell'acido esistente nel liquido accennato, furono fatte senza conoscere i precedenti lavori del Boedeker, tanto più confermano quella scoperta, intendendo noi di fermare l'attenzione degli scienziati sopra un fenomeno fisiologico di molta importanza, la elaborazione cioè dell'acido solforico, in proporzione notevole, dal *Dolium galea*. La genesi dunque di quest'acido, gli usi cui può essere destinato nell'organismo e nelle funzioni dell'animale, e la natura e le funzioni della glandola che contiene il liquido acido, sarà oggetto di ulteriori studi e di altre comunicazioni.

SUL RAFFREDDAMENTO DEI GAS PER RAREFAZIONE; NOTA DEL PROF. GIOVANNI CANTONI.

Ancor dopo le celebri sperienze di Joule, di Regnault, di Hirn e di Tyndall, tendenti a dimostrare che un gas non muta di temperatura col mutare di volume, qualora non intervenga alcun lavoro esterno od interno, non sarà forse inutile l'aggiungerne altro, perchè questo importante principio viene imperfettamente dichiarato in alcuni dei più divulgati manuali di fisica, e perchè molte delle predette sperienze non sono facili a ripetersi coi limitati mezzi degli istituti di istruzione secondaria.

Già Gay-Lussac (1825), e molto dopo Favre e Silbermann (1853) avevano riconosciuto che la variazione di temperatura offerta da un dato termometro, nell'atto in cui si varia la densità di un gas, riesce tanto maggiore quant'è maggiore la densità stessa, sebbene in ogni prova si produca una eguale variazione nella pressione, cioè sebbene si ritenga sempre lo stesso rapporto fra la densità iniziale e la finale del gas in ciascuna prova. Ora, questo fatto non poteva conciliarsi colla vecchia dottrina, secondo la quale s'interpretavano codeste variazioni di temperatura con una ipotetica variazione nella capacità calorifica del gas, correlativa alle variazioni nella sua densità. Si credette però che la preaccennata differenza nella mutazione di temperatura relativa al valore assoluto della den-

sità iniziale o finale provenisse dalla notevole quantità di calore richiesta dal termometro per mutare la propria temperatura. Ma se questo riflesso può valere pel caso di un pigro termometro ad alcole, qual era quello usato da Gay-Lussac, perde molto di valore pel termometro prontissimo di Breguet adoperato da Favre e Silbermann, e per le rilevanti differenze sì negli scaldamenti che nei raffreddamenti da essi riscontrate, col solo mutare il valore della densità iniziale. In ciò dovevasi scorgere l'influenza della variabile forza viva ricevuta o ceduta dalla massa del termometro al variabile numero di molecole che in ogni prova veniva ad urtare contro di essa, oppure se ne discostava, tuttochè codeste molecole avessero in ogni caso la stessa velocità termica, cioè la stessa temperatura iniziale.

Così ancora con quella dottrina della mutabile capacità calorifica del gas non era agevole lo spiegare il fatto avvertito da Delarive e Marcet (1823), che un sensibile termometro a mercurio si raffreddasse di più nell'atto della rarefazione dell'aria sotto una data campana, quand'esso aveva il suo serbatoio nel basso della campana ed in prossimità dell'apertura di sfogo, che non quando stava nel centro, o verso il sommo di essa (1). Poichè con quella interpretazione non si faceva calcolo dell'azione tutt'affatto meccanica di codesti raffreddamenti, cioè non si avvertiva che la forza elastica dell'aria rinchiusa nella campana, quando diviene operativa, suscitando un nuovo moto tra le sue molecole, e cooperando a vincere una esterna resistenza (quella opposta dalla pressione atmosferica al moto ascensivo degli emboli aspiratori), non poteva lasciare di raffreddarsi, in quanto quel moto deve essere suscitato e quella resistenza dev' essere vinta in opera di una forza motrice, qual è appunto il preesistente moto termico molecolare dell'aria ivi rinchiusa.

Invece, secondo il concetto meccanico del fenomeno, il

(1) Con una campana di circa 3 litri di capacità, e con un sensibile termometrino a mercurio, ottenni il raffreddamento di 1°. 70 quando il suo serbatojo stava nel centro, e di 3°. 85 quand' era presso l'orificio suddetto.

raffreddamento provato da un dato termometro entro una massa gassosa in atto di rarefazione, non sarà soltanto correlativo alla prontezza o grandezza della rarefazione stessa, quanto ancora alla massa delle molecole d'aria che in un dato tempo verranno a contatto del serbatojo termometrico, ricevendo anche da esso una parte del movimento che loro occorre per avviarsi al pertugio di scarico, e per continuare il moto di sospinta dell' embolo contro la pressione esterna.

Per verificare quest'ultima influenza, posi un termometro a mercurio di molta prontezza e sensibilità (attesa l'esiguità del suo bulbo) presso il foro centrale pel piatto, ed adoperando successivamente tre campane di ben diversa capacità (litri 0,6; 5,5 e 25,0), col girare uniforme del volante, ottenni raffreddamenti di 1°. 0, di 6°. 4 e di 11°. 0 rispettivamente nelle tre prove, benchè nella seconda e più assai nella terza il grado di rarefazione procedesse molto lentamente, come scorgevasi dall'andamento del provino, e benchè le pareti vitree di queste tre campane fossero piuttosto grosse, e quasi egualmente. Con un altro termometro ancor più pronto del precedente, ma col serbatojo cilindrico invece che sferico, ebbi risultati abbastanza conformi, con solo qualche vantaggio per la campana più piccola; giacchè colle predette tre campane si ebbero rispettivamente raffreddamenti di 2°. 3 colla piccola, di 6°. 1 colla mezzana, e di 11°. 2 colla grande.

Questi diversi raffreddamenti non ponno attribuirsi ad aumento di capacità calorifica, perchè in allora sarebbero anzitutto proporzionali alla successiva diminuzione di densità, e quindi sarebbe meno sentito in una campana grandissima che in una mezzana, ed in questa sarebbe poco diversa che nella piccola, pur volendo tener conto del tempo in ogni caso necessario a raffreddare il termometro stesso, e della influenza riscaldante dell' esterno ambiente.

Invece, dai predetti confronti, appar chiaro essere codesto raffreddamento correlativo alla massa dell'aria che in un dato tempo è ridotta a contatto del termometro, appropriandosi una parte della sua energia termica. Ed analoghi risultamenti si ebbero operando per condensazione; cioè, lasciando rientrare l'aria in ciascuna di quelle campane, gli scaldamenti di uno

stesso termometro (1) furono crescenti colla capacità d'ogni campana. E si avverta che l'azione riscaldante dell' ambiente diviene tanto più efficace quanto maggiore è il raffreddamento interno. Così con un termometro Breguet rilevai, operando per rarefazione, un raffreddamento di 12° colla piccola, di 20° colla mezzana e di 23° soltanto colla grande; giacchè esso prontamente raggiunge il massimo di raffreddamento, quello cioè per cui la perdita di forza viva che esso va continuamente facendo è compensata dalla predetta azione riscaldante del mezzo.

E che in fatto l'aria si raffreddi più prestamente e più intensamente nel basso che non nell'alto d'una campana, e tanto più quant'è più grande la capacità di questa, appare manifesto colla seguente esperienza, analoga ad altra eseguita da Tyndall. Presa la campana di maggiore capacità, e sovrappostala per breve tempo ad una fiammella ad alcole, cosicchè si condensi su la di lei interna parete un sottil velo di acqua, il qual poi riesce trasparente col lasciarla raffreddare, la si applichi al piatto della macchina pneumatica. Come è noto, dopo alcune corse degli emboli l'aria interna si offusca per la formazione del vapore visibile. Ma qui importa di rilevare che la formazione della nebbia accade dapprincipio verso le parti

(1) Qui però conviene che il serbatoio del termometro sia tenuto alcun po' alto rispetto al pertugio d'ingresso dell'aria, poichè, ne' primi istanti, come osservarono anche Delarive e Marcet, l'aria che dal canale di comunicazione col corpo di tromba si diffonde nella campana, espandendovisi dapprincipio, tende a raffreddare il termometro, se quest'è situato troppo vicino al detto pertugio. In alcune prove, colla campana mezzana, ponendo il termometrino a serbatojo cilindrico a soli 5 millimetri sovra il centro dell' orificio, col rapido rientrare dell'aria dopo la rarefazione, ebbi ne' primi istanti (in circa 8″) il raffreddamento di 1°. 35, susseguito tosto da un aumento di circa 2°. 30; laddove, posto il serbatojo stesso a 25 millimetri, ebbi un raffreddamento appena percepibile (di 0°,05) e fuggevole, succedendovi subito uno scaldamento di 3°,30. E con un termometrino a bulbo sferico, collocato a 5 millimetri dall'orificio, rilevai, al primo rientrare dell'aria, il raffreddamento di 2°,7, cui tenne dietro un aumento di appena 1°,0: dovechè, posto a 25 millimetri d'altezza sul centro del pertugio, ebbesi dapprima una diminuzione di solo 0°,1, e poi lo scaldamento di 1°,9.

inferiori della campana, propagandosi gradatamente verso le superiori, e che inoltre nel basso la nebbia riesce più fitta e si mantiene più a lungo che non nell'alto della campana. Tuttociò mette in evidenza che il raffreddamento dell'aria è maggiore dov'essa presenta un più rapido e più continuato movimento. E si noti che codesta differenza tra le parti superiori ed inferiori della capacità non può tutta ascriversi alla differenza d'azione riscaldatrice esercitata dall'ambiente esterno sull'aria rinchiusa, poichè la grande campana da me adoperata, che è di ben vecchia data, ha forma di un pero rovesciato, cioè inferiormente è cilindrica e superiormente ha figura sferica di un raggio molto maggiore che non sia quello del cilindro.

SULL'UMORE ZUCCHEROSO SEGREGATO DALLE FOGLIE DELLA ROSA BANKSIAE; NOTA DI A. SCACCHI

La sera del dì primo agosto mi è avvenuto osservare un trasudamento di umore zuccheroso sulle foglie delle giovani messe della *Rosa Banksiae* che non ricordo aver veduto negli anni precedenti, nè conosco se sia stato da altri osservato. E quantunque sia questo argomento straniero ai miei studî, ho giudicato tenerne parola perchè si fosse conservata notizia del fatto.

Osservai nella riferita sera che tutte lo foglioline dei nuovi rampolli di una pianta di rosa bancsiana coltivata sulla terrazza della mia abitazione avevano molte goccioline limpidissime con mirabil ordine disposte. Esse coronavano il lembo delle foglioline stando sulle piccole prominenze glandulose che in forma di denti rilevano sul medesimo lembo; talchè appariva chiaro che l'umore era sgorgato da quei denti turgidetti e rossicci, quantunque in alcune foglie per essersi toccate e mescolate le goccioline, l'umore si fosse raccolto nella pagina superiore delle foglioline piegate a guisa di gronda. Le goccioline oltre all'essere limpidissime quasi rugiada, erano alquanto vischiose come le soluzioni di zucchero e come queste di sapore dolce; e pare che contenessero non lieve quantità di glucosio, perchè dall'umore di sole 3 foglie mescolato alla potassa causti-

ca ed alla soluzione del solfato di rame ho avuto l'abbondante precipitato rosso che vi presento. Vi presento pure un giovane ramo da poche ore troncato ove voi stessi potrete osservare la secrezione zuccherosa che sin oggi ha continuato a prodursi senza che l'evaporazione ne avesse sensibilmente scemata la quantità.

Tra le condizioni che reputo degne di nota in questo fatto menzionerò in primo luogo che la pianta, sulla quale l'ho osservato, nella scorsa primavera, mentre ha dato alquanti nuovi polloni, non ha presentato alcun fiore; e nell'anno precedente avendo dato moltissimi fiori, questi erano stati distrutti da alcuni imenotteri che, non saprei per qual ragione, non fecero altro che troncare il fiore, prima che si fosse schiuso, dal lungo gambo che lo sosteneva. L'umor zuccheroso poi è segregato dalle sole foglie giovani, le quali sogliono essere alquanto contorte a spira, e nessun vestigio se ne scorge sulle foglie dell'anno precedente della medesima pianta, nè sulle foglie di altre specie di rose che stanno sulla terrazza a fianco della specie bancsiana.

Finalmente aggiungerò che la pianta dalla quale è grondato l'umore zuccheroso, è tenuta esposta a borea alquanto verso ponente; e però essa riceve i raggi diretti del sole soltanto per breve tempo nelle ore dopo il meriggio, ed è stata quasi ogni sera inaffiata. La terrazza poi essendo lastricata di asfalto, parmi che le esalazioni da esso emanate debbansi pure tener presenti nel ricercare la cagione della secrezione zuccherosa, che parmi sia un fenomeno morboso della pianta.

Anche un fatto di mostruosa fioritura ho osservato nell'ora scorso mese di luglio in una pianta di acacia farnesiana che vegeta presso la rosa bancsiana. Questa pianta invece di dare molti fiorellini raccolti in capolino sostenuto da lungo gambo, siccome è suo special carattere, non ha dato che pochi fiorellini, isolati e del tutto sessili impiantati nelle ascelle delle foglie. Ed ora che quei fiorellini sono già seccati, non ne sono comparsi altri.

IL PIPERNO ; NOTA DI G. GUISCARDI.

« *Il Piperno* costituisce, per dir così, l'interno, solido tavolato e il basamento il quale, comunicando con la profondità, assicura la durata alle rovine dei crateri di tufo dei Campi Flegrei. Ordinariamente si mostra in ispessi banchi orizzontali di sconosciuta estensione, come lava interposta nel tufo. . . . . . Così lo s'incontra alla profondità di 90-100 palmi sull'intiero dorso di Posillipo e del Vomero in molti luoghi nel cavare pozzi; cosi si mostra in letti orizzontali a Monte Spina presso il lago d'Agnano e così di sotto ai Camaldoli presso Pianura e Soccavo nelle grandi cave che provvedono Napoli d'una delle sue piuttosto dure pietre da taglio; così finalmente anche nelle vicinanze dell'antica Cuma » (1).

Questo scriveva il Dott. Abich, ed io ignoro se tutte le cose dette avesse veduto, o alcune avesse divinato. Certo al Monte Spina sta una trachite sanidinica che presenta gli stessi accidenti del piperno, sebbene in piccola scala; similissima a questa ne sta un altra a S. M. del Pianto: quella di Cuma presenta ancora, come le anzidette e il piperno, quei noduli compressi,

(1) H. Abich, *Geol. Beob. üb. die vulkan. Ersch.* etc. pag. 39.

meno porosi, di color meno chiaro, della massa della roccia: ma non per questo io credo si possa conchiuderne che in questi tre luoghi sia lo stesso piperno, sia quella stessa roccia della quale la più estesa manifestazione si vede a Pianura e a Soccavo. Io penso piuttosto che le condizioni nelle quali il piperno si produsse ebbero luogo per altre trachiti ancora; o altrimenti, che le trachiti sanidiniche di luoghi diversi abbiano una modalità *pipernoide*, se mi si consente l'espressione.

Era tradizionale che il piperno di che è costruito il palazzo ora della Posta, fosse stato cavato nella collina detta il Vomero; ed in fatti nel taglio praticato per aprire il corso V. E. assai massi di piperno si sono rinvenuti, cavati ed abbandonati là dove furono in prosieguo ricoverti dai detriti del soprastante tufo.

Nel passato anno io fui abbastanza fortunato nel trovare ivi *in posto* il piperno, giusto sotto il muro che cinge il giardino di Villa Ruffo al Vomero. Vengo assicurato che nel luogo detto le Fontanelle, a più di 4 kilometri all'Est dei Camaldoli, altra volta si cavava il piperno; in questa località però non ho ancora potuto osservarlo.

Questi fatti mentre confermano le parole del Dott. Abich, mostrano ancora che il piperno ha una estensione assai maggiore di quella che comunemente gli si attribuisce.

In compagnia del signor Erofejeff rivisitai Pianura nel Dicembre 66, ed ebbi a confermarmi nella opinione che il piperno fosse una lava di trachite sanidinica non già injettata nei letti del tufo, ma distesa sul tufo dei Camaldoli — del quale segue le inflessioni — ricoperta dipoi da altro simile tufo. Fuor di dubbio v'è un passaggio, fra la trachite p. d. e il tufo soprastante, costituito da un conglomerato di massi di piperno disseminati nel tufo ; di che si può senza troppa difficoltà render ragione ricordando che le esplosioni insieme a quei massi portavano in alto anche il più fino detrito della roccia ; dal quale meccanismo non poteva a meno di risultare quel passaggio or ora indicato.

Ricercando nella congerie dei frammenti, vuoi originarii vuoi prodotti dall' uomo, quelli meno compatti che più frequentemente contengono un minerale del gruppo delle Werneriti, (no-

tato già dal Prof. Scacchi e menzionato dal Pr. vom Rath (1)), il signor Erofejeff ne adocchiò certi anneriti all'esterno, e spezzatine, apparvero gremiti di minutissimi cristalli simili ai detti qui sopra, ma splendentissimi e non bigi come quelli, sibbene d'un colore giallognolo. La loro speciale giacitura sembra che sia questa varietà del piperno che si annerisce esternamente, di tessitura assai porosa e poco coerente.

Non accade qui ricordare per quale infausta cagione io dovetti desistere dallo studio intrapreso di questo minerale, dirò invece che il Professor vom Rath mi ha recentemente fatto dono di un suo lavoro intitolato: «*Geognostisch-mineralogische Frangmente aux Italien*» (2) nel quale si è occupato, fra altri argomenti, del piperno e di questi piccoli cristalli ancora.

Del piperno ricorda che se ne deve un'analisi al Dott. Abich ed al Dott. Roth una nuova calcolazione dei risultamenti di essa, e la mette in confronto con la sua analisi d'una varietà di trachite sodalitica della *Scarrupata* nell'I. d'Ischia. Io le porto qui entrambe:

	v. Rath		Abich
Ch	0,65		0,19
Na	0,42		0,13
SiO^2	62,95		61,74
Al^2O^3	17,26		19,24
FeO	4,46	Fe^2O^3	4,12
CaO	0,84		1,14
MgO	0,63		0,39
KaO	6,06		5,50
NaO	7,17		6,68
Perdita al fuoco	0,85	HO	1,12
	101,29 v. Rath		100,12 Abich.

Dal confronto apparisce che si avvicinano assai le due analisi e che la più notevole differenza, osserva l'A., sta nella quan-

(1) *Neues Jahrbuch*; 1866 pag. 722.
(2) *Zeitschr. d. deutschen geologi Gesellschaft*, Jahrg. 1866,

tità di cloro; ed essendo risaputo che questo nella sodalite sta combinato al sodio, deduce che nel piperno la quantità della sodalite dovrebbe essere 3,7 %, mentre la trachite della scarrupata ne contiene 10,7%. Io penso ch'egli scrivesse che le due analisi si ravvicinano sotto il riguardo chimico perchè dice aver certezza che non si trovi la sodalite nel piperno; ma si ravvicinano, io posso aggiungere, pure pel riguardo mineralogico; imperocchè *anche nel piperno* ho trovato la sodalite in cristalli, della stessa dimensione di quelli della trachite della scarrupata e dello stesso colore rossigno ancora.

I cristallini giallognoli del piperno stanno nella pasta della roccia, o nei pori di essa e in massima parte se ne distaccano. Il loro colore non è uniforme, così che riescono dove incolori dove colorati. Osservatili al microscopio vide il Pr. v. Rath che due minerali vi sono meccanicamente mescolati: magnetite e mica rosso-gialliccia; questa vi si trova da 1 a 2%, la magnetite è in maggiore quantità. Allo stesso modo che ad occhio nudo non si affigurano questi due minerali stranieri ai cristalli non si può sbarazzarneli per l'analisi chimica. Sono dimetrici ortogonali i cristalli in parola, nei quali il Pr. v. Rath osservava le seguenti forme:

un ottaedro principale . . .	$a \quad a \quad c$
un ottaedro ottuso	$a \infty a \quad c$
un prisma quadrato	$a \quad a \infty c$
il prisma alterno	$a \infty a \infty c$
un prisma ottagono	$a \, ^1/_2 a \infty c$
la faccia terminale . . .	$\infty a \infty a \quad c$

ed io vi ho distinto anche un diottaedro. Gli angoli degli spigoli culminanti dell'ottaedro principale sono in media di 136°. Le facce dei prismi sono striate per lungo; predominano quelle del prisma alterno, e la base non manca mai. I cristalli che nella massima dimensione di poco eccedono $^1/_2$ millim. sono sempre terminati in ambi gli estremi. La loro densità a 19° C. è 2,626.

L'analisi qui sotto, fatta dal v. Rath, mostra la loro composizione:

SiO^2	59,50
Al^2O^3	20,70
Fe^2O^3	4,45
CaO	4,39
MgO	0,29
KaO	1,09
NaO	8,90
Perdita al Fuoco	0,00
	99,32

La poca quantità di magnesia fa manifesto, osserva il v. Rath, che la mica è in poca quantità, d'accordo con l'osservazione microscopica, così che si può senza grave errore trascurarla; e d'altra parte che l'essere incolori i cristalli dimostra che non contengono ferro; laonde detraendo il sesquiossido di ferro ottenuto dall' analisi si può ritenere la composizione chimica dei cristalli ialini essere la seguente:

		Ossigeno
SiO^2	62,72	33,45
Al^2O^3	21,82	10,19
CaO	4,63	1,32
MgO	0,31	0,13
KaO	1,15	0,19
NaO	9,37	2,42
	100,00	

e detratta la magnetite mescolata, la densità di questi cristalli si riduce a 2,53 prendendo la densità della magnetite uguale a 5.

Nota l'A. che i piccoli cristalli prismatici del piperno costituiscono una nuova specie, avente la forma della mejonite e di altri minerali del M. Somma dello stesso tipo cristallino, la composizione chimica della quale corrisponde a quella dell' Oligoclasia. Propone di chiamare *Mizzonite di Pianura* il nuovo mi-

nerale e se si credesse necessario un nuovo nome, vorrebbe che si chiamasse *Marialite* nome dato dal Ryllo all'Haüyna bianca d'Albano e che riman libero in conseguenza dell'analisi da lui fattane.

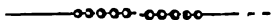
Non sarà inutile, io penso, riportare qui le analisi della mejonite (*a*), della mizzonite del M. Somma (*b*) e della mizzonite di Pianura (*c*), le misure degli spigoli culminanti dell'ottaedro principale di ciascuna e le loro densità.

		Densità
a	136°11'	2,735
b	135°59'	2,623
c	136°00' circa	2,530

	a (1)	*b* (2)	*c*
SiO^2	42,55	54,70	62,72
Al^2O^3	30,89	23,80	21,82
Fe^2O^3	0,41	»	»
CaO	21,41	8,77	4,63
MgO	0,83	0,22	0,31
KaO	0,93	2,14	1,15
NaO	1,25	9,83	9,37
Perdita al fuoco	0,19	*Perdita* 0,13	»
	98,46	99,59	100,00

Il Prof. vom Rath osserva che i cristalli di mizzonite costituiscono una parte essenziale del piperno, almeno di una varietà presso Pianura, e pensa che nelle rocce delle vicinanze di Napoli si trovi generalmente diffusa. Del pari che nella trachite sodalitica di Cuma, crede che la si trovi ancora nelle trachiti del Monte e dell'Isola di Procida, ricordando che il Prof. Scacchi della prima scriveva . . . . « suol contenere di tanto in tanto taluni cristalli bigi allungati in forma di prismi quadrati »; e dell'altra . . . . « ed alcuni cristalli allungati so-

(1) Vom Rath, *Des Cloizeaux*, *Man. de Min.* 1862 pag. 222.
(2) Vom Rath. *Neues Jahrbuch*, 1863 pag. 721.

miglianti a quelli di meionite del Vesuvio, ma di forma indeterminabile » (1). Ed aggiunge sembrargli verosimile che le trachiti sanidiniche senza oligoclasia e ricche di soda contengono insieme alla sanidina cristalli microscopici di una mizzonite; ciò che trova un riscontro nella congettura posta innanzi la prima volta dal Dott. Roth per le lave dell'Eifel, che vi si trovasse cioè come elemento essenziale la mellilite, per render ragione della grande quantità di calce che contengono (2): congettura accolta favorevolmente anche dal signor Laspeyres.

(1) Scacchi, *Mem. Geol. sulla Campania*, Napoli 1849 pag. 65 e 66.
(2) Mitscherlich, *Vulcan. Ersch. d. Eifel*, *herausgeg eb.* v. J. Roth. Berlin 1865 pag. 23.

SUL MOVIMENTO STRAORDINARIO DEL BAROMETROGRAFO DELLA R. SPECOLA DI NAPOLI AVVENUTO NEI GIORNI 1 E 2 AGOSTO 1867; COMUNICAZIONE DI A. DE GASPARIS.

Presento la relazione del Prof. F. Brioschi, sull'andamento delle indicazioni del Barometrografo stabilito in questa R. Specola, ed osservate per lo intervallo di ore ventuno, di 15 in 15 minuti, dalle 6 pom. del 1.° Agosto alle 3 pom. del 2.

Le oscillazioni brusche, e le irregolari variazioni, cangianti continuamente di segno entro brevi intervalli di tempo, rendono il fenomeno estremamente importante, ed accennano alla simultanea presenza di una vera burrasca atmosferica.

Il Barometrografo funzionante con tutta regolarità già da 18 mesi unitamente al Termometrografo, aveva già più volte presentato tali irregolari variazioni ma non, come nel citato periodo, sì lungamente pronunziate. Ed il più delle volte tali anomale oscillazioni sono andate congiunte a burrasche e temporali manifestatisi in siti molto lontani dalla nostra stazione. Va ricordata così la burrasca con pioggia a rovesci che ebbe luogo in Napoli nella mattina degli 8 scorso Luglio, dalle 6 $^1/_2$ alle 8 $^1/_2$ antim. nel qual tempo il Barografo ebbe a presentare un andamento irregolare della stessa indole.

Nel seguente quadro le indicazioni che danno la pressione atmosferica non sono ridotte a zero temperatura, elemento del

quale sarebbe stato possibile tener conto per ciascuna osservazione col preparare un secondo quadro dedotto dalla corrispondente curva segnata dal Termografo. Intanto per lo scopo della presente nota basti ricordare le temperature osservate nelle seguenti ore:

1 Agosto	ore 6 pom.	26°.0	ore 9 pom.	25°.8
2 Agosto	6 matt.	25.7	9 matt.	26.2
2 Agosto	mezzodì	26.4	3 sera	26.5

Indicazioni del Barografo, in ogni quarto d'ora, dalle 6 pom. del giorno 1.° Agosto alle 3 pom. del 2.

1 Agosto ora	BAROGR.	Escurs.	2 Agosto ora	BAROGR.	Escurs.	2 Agosto ora	BAROGR.	Escurs.
6 0 sera	749.8	—0.1	1 0 mat	748.9	+0.2	8 0 mat	745.8	+0.5
15	49.7	—0.1	15	48.4	—0.5	15	45.6	—0.2
30	49.4	—0.3	30	48.5	+0.1	30	46.5	+0.9
45	49.8	+0.4	45	47.4	—1.1	45	46.5	0.0
7 0	49.4	—0.4	2 0	48.0	+0.6	9 0	46.6	+0.1
15	49.4	0.0	15	47.4	—0.6	15	46.9	+0.3
30	49 6	+0.2	30	47.7	+0.3	30	46.8	—0.1
45	49.4	—0.2	45	47.7	0.0	45	47.1	+0.3
8 0	49.1	—0.3	3 0	47.7	0.0	10 0	47.1	0.0
15	49.3	+0.2	15	47.4	—0.3	15	46.8	—0.3
30	49.7	+0.4	30	47.4	0.0	30	46.4	—0.4
45	49.4	—0.3	45	47.0	—0.4	45	45.8	—0.6
9 0	49.2	—0.2	4 0	47.2	+0.2	11 0	46.0	+0.2
15	49.1	—0.1	15	47.5	+0.3	15	46.1	+0.1
30	49.2	+0.1	30	47.0	—0.5	30	46.4	+0.3
45	49.3	+0.1	45	46.8	—0.2	45	46.7	+0.3
10 0	49.2	—0.1	5 0	47.1	—0.3	12 0	46.2	—0.5
15	49.4	+0.2	15	47.0	—0.1	15	46.3	+0.1
30	49.2	—0.2	30	47.0	0.0	30	46.0	—0.3
45	49.2	0.0	45	46.8	—0.2	45	46.0	0.0
11 0	48.7	—0.5	6 0	46.8	0.0	1 0 sera	45.8	—0.2
15	48.7	0.0	15	46.9	+0.1	15	45.7	—0.1
30	48.8	+0.1	30	46.7	—0.2	30	45.6	—0.1
45	48.9	+0.1	45	45.8	—0.9	45	45.8	+0.2
12 0	48.9	0.0	7 0	45.5	—0.3	2 0	45.8	0.0
15	.49.2	+0.3	15	45.5	0.0	15	45.4	—0.4
30	49.0	—0.2	30	45.1	—0.4	30	45.6	+0.2
45	48.7	—0.3	45	45.3	+0.2	45	45.7	+0.1
								—0.5

SULLA ANALISI DELLE FOGLIE DEL GELSO SPECIALMENTE IN RAPPORTO ALLA MALATTIA DEI BACHI DA SETA; RELAZIONE DEL BARONE LIEBIG TRADOTTA DAL TEDESCO DAL PROF. *PIETRO MARCHI*.

Per la cortesia del sig. E. Scheibler in Crefeld, ho avuta la occasione ed i mezzi di verificare un certo numero di fatti, che, come io credo, possono spargere della luce sulla natura della attuale dominante malattia dei bachi da seta, che reca sì grave danno alla industria sericola.

L'esatta osservazione sul nutrimento del baco da seta, nei diversi paesi e contrade ove domina o nò la malattia, era stata da me indicata al sig. Scheibler come una delle più interessanti e indispensabili condizioni per venire a qualche conclusione sulla medesima. Egli intanto, mediante le sue estese relazioni, potè in sufficiente quantità procurarmi delle foglie di gelso dalla China, dal Giappone, dalla Lombardia, dal Piemonte, dalla Francia, per fare intraprendere nel mio laboratorio dal sig. Dott. Reichenbach, chimico dotto e coscenzioso, una tal serie di analisi. Questi sono i risultati del suo lungo lavoro, che voglio ora comunicare.

Il sig. Scheibler mi scrive sull'origine delle foglie quanto segue: « Una speciale designazione delle varietà dei gelsi, donde provengono le foglie della China e del Giappone, non mi è stata trasmessa; però le foglie erano sane e in buonissimo stato.

I resultati ottenuti, se io li interpetro giustamente, sono

proprii a giustificare l'opinione che io ho da gran tempo sulle cause della malattia dei bachi da seta.

È quasi universale conoscenza, che dal seme da bachi che ci viene direttamente dalla China o dal Giappone, o anche da alcun'altra regione, si ottengono dei bachi che forniscono seta e non presentano sintomo alcuno di malattia, che però la seconda e la terza generazione proveniente da questa medesima sementa pur essa si ammala. Questo fatto mi sembra escludere la esistenza di un germe di malattia, che in tal modo sarebbe contagioso per gli uni e non per gli altri, perchè non si può spiegare come dei bachi provenienti da seme di recente importazione si mantengano sani e somministrino seta, mentre quelli di seconda e di terza generazione, proveniente da seme dello stesso paese, nelle medesime circostanze e col medesimo nutrimento si ammalino e muoiano.

La dominante malattia colpisce quasi sempre i bachi avanti o immediatamente dopo la muta; la maggior parte muore prima di aver filato il bozzolo, ciò che può far credere che nel loro corpo manchi la provvisione sufficiente di materia necessaria alla produzione della seta, e che come può bene comprendersi, la mancanza di questa materia debba impedire alla larva di convertirsi in crisalide e condurla poi alla morte.

Sulla produzione di questa materia, che fornisce poi la seta, deve il nutrimento esercitare una diretta influenza, e deve riguardarsi perciò come il più appropriato nutrimento per i bachi quello che contiene questi materiali in una più grande quantità.

La seta è una materia animale ricchissima d'azoto; essa è formata nel corpo del baco a spese delle materie azotate racchiuse nelle foglie del gelso: si può per conseguenza, con assai probabilità, determinare il loro valor nutritivo, dalla quantità più o meno grande di azoto che esse contengono.

Lo sviluppo completo e la salute di un animale dipende indubitatamente dalla sua nutrizione; quindi, una diminuzione nella quantità di alimenti che gli è necessaria, por-

terà un pregiudizio notevole al suo sviluppo e assottiglierà la massa del suo corpo: la resistenza ai principii deleteri e morbosi, in cui sta racchiuso il concetto che abbiamo della salute, deve assolutamente diminuire in tali condizioni, dal che resulta che l'animale mal nutrito sarà più e più esposto alle differenti malattie, mentre se ben nutrito vi resisterà con maggior gagliardia. Il maximum di nutrimento che un animale è in stato di appropriarsi dipende, a pari condizioni dall'ampiezza dei suoi organi digerenti e da una certa quantità di cibo che in un tempo determinato esso può ingerire. È evidente perciò che un animale nutrito con sostanze alimentari, che a peso eguale contengano alcune più elementi nutritivi di altre, sarà obbligato a consumare un peso più grande di quelle meno ricche dei detti elementi, per ottenere la eguale quantità di materiali necessarii alla sua nutrizione ed all'accrescimento del suo corpo.

Nutrendosi di pane e di carne, l'uomo per esempio ha bisogno di ingerire un minor peso di cibo che nutrendosi solo di pane, di un minor peso di pane che di patate.

Or dunque, se partedosi da questi principii si passa a considerare la composizione della foglia del gelso raccolta in differenti regioni, si rimarca che essa è differente nella sua composizione e che per esempio, una delle specie di foglie provenienti dalla China o dal Giappone, contiene molto più delle altre materiali necessarii allo sviluppo del baco e alla formazione della seta.

Espressa in cifre l'analisi ha date le proporzioni seguenti:

Azoto nelle differenti foglie di gelso.

	GIAPPONE	CHINA	TORTONA (*Piemonte*)	ALAIS	BRESCIA
1)	3,23	3,13	2,34	2,38	3,26
2)	3,36	—	2,34	—	—
3)	—	—	2,49	—	—

o espressa in materie che producono la seta o la carne :

	GIAPPONE	CHINA	TORTONA	ALAIS	BRESCIA
in media	20,59	19,56	14,93	14,62	21,0

Queste cifre ci mostrano che le foglie del Piemonte e di Alais contengono quasi un terzo di meno dei materiali propri a formare il corpo del baco da seta che quelle della China o del Giappone, e se queste proporzioni si mantengono costanti nelle analisi successive, se ne potranno dedurre delle conclusioni della massima importanza. Egli è incontestabile, che una quantità di bachi che si nutrisce con 1000 grammi di foglie Giapponesi o Chinesi, o con la stessa quantità di foglie Piemontesi e Francesi riceverà dalle prime 205 o 195 grammi di materie atte a produrre sangue e seta, e dalle seconde soltanto 149 grammi delle stesse materie, e che i bachi nutriti con foglie Piemontesi e Francesi dovranno consumarne 1400 grammi, per ottenere l'equivalente dei 1000 grammi di foglie Chinesi o Giapponesi.

L'influenza di questa diseguaglianza nella composizione delle foglie sulla costituzione del corpo del baco, non può mettersi in dubbio. Il corpo dei bachi del Giappone e della China, nutriti con la stessa quantità di foglie, sarà evidentemente più forte e conterrà maggior quantità di elementi atti a formare la seta che il corpo dei bachi nutriti con le foglie di Tortona o di Alais. È impossibile di ammettere che di 1000 bachi, ciascuno individuo sia in stato di consumare la stessa quantità di foglie, perchè questo dipende principalmente dalla costituzione del corpo di ogni singolo individuo, costituzione che in parte dipende dalla razza, in parte dalla organizzazione dei progenitori; ma si può presumere, senza incorrere in errore, che i discendenti della stessa razza non potranno consumare mai una maggior quantità di alimenti dei loro predecessori.

Applichiamo questo ai bachi ottenuti da seme del Giappone o della China, e nutriti con foglie di Tortona o di Alais, e saremo obbligati ad ammettere che una certa quan-

tità di bachi che avrebbero mangiato 1000 grammi di foglie in China o al Giappone, mangieranno pure egualmente 1000 grammi di foglie Piemontesi o Francesi. Questa ricerca ci fa conoscere che i bachi che saranno nutriti con foglie Piemontesi o Francesi avranno in realtà ricevuto un terzo di meno delle materie azotate che formano la seta dei bachi nutriti in China e al Giappone colle foglie coltivate in quei paesi.

Se dunque la somministrazione di una data quantità di foglie Chinesi o Giapponesi sarà stata sufficiente per la nutrizione completa e la metamorfosi di una certa quantità di bachi, non lo sarà più, se le foglie, benchè date nella stessa quantità, saranno di Tortona o di Alais; quindi la nutrizione essendo stata manchevole, ne viene la conseguenza che gl'individui saranno più deboli di quelli della generazione precedente, più deboli relativamente allo sviluppo degli organi, al perfezionamento della organizzazione e alla resistenza alle esterne malefiche influenze. Con una alimentazione più ricca di materie azotate, la razza potrà essere migliorata, vale a dire si potrà rendere a questi animali la forza che possedevano gli individui delle generazioni precedenti: ma l'indebolimento si accrescerà maggiormente alla terza generazione, se si continua a somministrare una nutrizione incompleta. La prima generazione proveniente da seme del Giappone e della China, che ha quindi origine da robusti genitori, mangerà potentemente, e farà sentire nel mangiare quel brulichio particolare proprio dei bachi robusti e ben costituiti: potrà quindi ogni individuo adunare nel suo corpo una provvisione sufficiente di materiali, atti alla formazione della seta e alla filatura del bozzolo; questa provvisione però diminuendo negli individui di seconda e di terza generazione, fa si che i bachi abbandonati ad una nutrizione incompleta si ammalano, come suol dirsi, e non producono più seta. Da una sementa prodotta da individui mal nutriti, deve originarsi una generazione ancora più debole. I bachi che nascono da quella, mangiano con minore energia e questo è ciò che i sericultori ritengono come uno dei primi sintomi di malattia. In seguito si comincia ad osservare una interruzione sensibile nel loro

accrescimento: molti bachi perdono la capacità di spogliarsi, ed alcuni che hanno cominciato a filare il bozzolo, formano un tessuto sottile e incompleto; le crisalidi restano chiuse un tempo più lungo, e la piccola farfalla, tarda nei suoi movimenti, ha frequentemente le ali raggrinzate. Tutti questi sono segni di una nutrizione incompleta e non di una malattia particolare.

In questi animali si presenta il caso stesso che si osserva nelle buone razze bovine, le quali importate per esempio dall'Inghilterra in altro paese, giusta l'esperienza di molti allevatori, non somministrano alcun vantaggio notevole, perchè nel paese ove sono trasportate i discendenti perdono molte delle eminenti proprietà dei loro progenitori, quando non siano trattate con eguali cure e nutrite, come in Inghilterra, con una abbondante e buona alimentazione.

In che consiste dunque il vantaggio di questa importazione, mi diceva un allevatore di bestiami, se non mi riesce conservare la razza importata con i foraggi che io ho a mia disposizione!

Questi allevatori di bestiami cercano di raggiungere un certo vantaggio nella importazione di buone razze straniere, ma non tengono in conto abbastanza le condizioni necessarie per le quali questo vantaggio sarebbe loro assicurato; così eglino non raggiungono il loro scopo, ciò che non sorprende menomamente chi conosce i primi elementi delle leggi di nutrizione.

In Europa il sericultore non è, come nel Giappone e nella China del pari un agricoltore che da se stesso pianta ed accuratamente si occupa dei gelsi. Egli non fa spesso alcuna differenza fra foglie di gelso e foglie di gelso, nè si interessa di sapere donde venga e in qual maniera sia coltivata. Il più semplice contadino non ignora la differenza che esiste nei suoi foraggi; non ignora che una specie è mangiata più abbondantemente e più volentieri dalla sua vacca, che alla sua volta somministra più abbondante latte e di miglior qualità delle altre. Il sericultore non sa niente di queste circostanze, e se egli continua a restar fisso nei suoi preconcetti, che cioè tutto proviene dagli animali, e che il loro organismo

tutto produce inclusive la seta, si somministri pure un alimento in cui i materiali per la produzione del bozzolo non sian contenuti in sufficiente abbondanza, il sericultore così ostinato si avvicina di giorno in giorno al termine finale di un' industria, sulla quale si trova basata la ricchezza di molti grandi paesi, e ciò non può essere altrimenti.

In conclusione, io mi permetterò di fare ancora una osservazione relativamente alle foglie di Brescia, sulle quali non ho maggior cognizione che delle altre, ed è, che queste foglie sono di una qualità tale che vengono impiegate nel paese in cui si sviluppano, come nutrimento dei bachi da seta. Le foglie di Brescia analizzate, sono ricche in azoto come quelle del Giappone e della China, ma paragonate a queste si trova una grande differenza per la loro grandezza. Le foglie del Giappone e della China hanno raggiunto il loro completo accrescimento, le Chinesi sono della grandezza di una mano, sono grosse, e debbono nello stato di freschezza essere state molto succulente e carnose, le foglie di Lombardia al contrario, sono più piccole almeno di un terzo, sottili, e probabilmente più giovani. È una cognizione generale che le giovani foglie sono più ricche in azoto delle foglie completamente formate ed è probabilissimo che delle giovani foglie Giapponesi e Chinesi conterrebbero una quantità di azoto molto maggiore di quelle analizzate.

Per gli esperimenti di agronomia sappiamo, che gli ingrassi esercitano una influenza diretta sulle piante, in quanto alla loro ricchezza in azoto, e che alla China e al Giappone si somministra il sufficiente concime ad ogni pianta dalla quale si vuole ottenere un reddito. Le opere chinesi sulla sericultura, cominciano tutte colla descrizione della maniera di coltivazione dei gelsi, e da ciò si può dedurre agevolmente qual valore attribuisce il chinese agricoltore alle cure che si debbono dare ad una pianta, destinata al nutrimento dei bachi da seta. In questo paese una piantagione di gelsi non si fa mai, senza che al terreno scelto per la coltura, sia stato precedentemente somministrato la necessaria ed opportuna quantità di concime. L'analisi delle ceneri delle foglie di gelso della China e del Giappone ci

indica, colla più grande probabilità, che la raccolta di questa foglia è stata fatta da dei gelsi concimati.

Nelle opere chinesi che trattano di questa coltivazione, (vedi per esempio: The Chinese Miscellany. On the Silkmanufacture and the cultivation of the Mulberry Nr. III. Printed at the Mission Press. Schanghae 1849) si vede che in alcune contrade della China l'agricoltore si occupa così alacremente dei gelsi, come in Europa il vignajuolo delle viti. La potatura si effettua colla più grande attenzione, ed esistono su ciò le regole le più precise ed esatte.

Nell' opera citata si dice fra le altre (pag. 84). = Ogni colpo di accetta fa crescer la raccolta di una pianta di tre pollici di estensione, ed ogni potatura assicura una doppia raccolta =; e più oltre: = Una troppo grande quantità di rami dà luogo allo sviluppo di foglie sottili e senza sapore, quindi la potatura del gelso è della più grande importanza per l'allevamento dei bachi da seta =.

Quando il sericultore Europeo si sarà deciso a seguire esattamente ed assiduamente le regole del suo maestro nella sericoltura, cioè quelle ordinarie del contadino chinese, senza dubbio si metterà in grado di dominare la grave calamità che la affligge e che minaccia la sua esistenza.

La natura dà all'uomo tutto ciò che vuole da essa, ma non ne assicura senza fatiche la durata. La natura lo compensa delle sue cure e lo punisce se vuol derubarla. Questa è la sua legge.

SULL' IRRITABILITA' DEI VEGETABILI; DEL SIG. BLONDEAU.

(*Comptes Rendus*. Agosto 1867).

L' Autore ha intrapreso questo studio sulla sensitiva (Mimosa pudica) cominciando dall' assicurarsi che i ben noti movimenti di questa pianta cessavano, come accade di quelli svegliati negli animali, eccitandone i nervi sotto l'azione dell'etere solforico, del cloroformio, dell' essenza di trementina. Le altre esperienze sono state fatte usando l'elettricità. L' Autore si è accertato che il passaggio continuo della corrente elettrica di una pila di Bunsen non produceva alcun effetto. Non era però così facendo passare per la sensitiva una serie di correnti indotte dalla macchina di Ruhmkorff. Allora si vedevano le fogliolinc chiudersi al solito e in questo stato rimaneva la pianta per diversi minuti anche dopo cessate le scariche. Però se l' azione delle correnti indotte si prolungava, la sensitiva chiudeva al solito le sue foglie e anche cessata la corrente non le apriva più.

INFLUENZA DEL CALORE SUL LAVORO MECCANICO DEI MUSCOLI DELLA RANA; NOTA DEL SIG. CHMOULEVITCH.

(*Comptes Rendus*. Agosto 1867).

È facile d'immaginare il modo d'esperimentare usato dall'A. Il gastrocnemio di una rana è fermato col suo tendine al fondo di un bicchiere per mezzo di un gancio. L'altra estremità del gastrocnemio è pure fissata al braccio corto di una leva mobile intorno ad un asse orizzontale e il braccio lungo di questa leva segna sopra un cilindro rotante le altezze a cui per effetto delle contrazioni sono innalzati i pesi attaccati a questo braccio. Il bicchiere si circonda di una soluzione di sal-marino più o meno calda. Ecco i risultati ottenuti:

1.° Il lavoro meccanico di un muscolo cresce coll'elevazione della temperatura sino a 30° e 33° C. al più e questo tanto più quanto più il peso sollevato è piccolo.

2.° Per ogni muscolo in azione esiste una certa tensione sotto la quale esso conserva la stessa lunghezza a temperature diverse.

3.° Innalzando la temperatura di un muscolo al di sopra di 33°, il lavoro meccanico comincia a diminuire e diminuisce rapidamente e presto si arriva ad una temperatura alla quale il muscolo non si contrae più. E questo accade tanto più presto quanto più è grande il peso che stira il muscolo.

4.° Se allora si raffredda il muscolo che è stato riscaldato, esso ripiglia la facoltà di contrarsi come prima, ciò che

prova che l'effetto del calore non è dovuto ad una coagulazione o ad un'alterazione chimica del muscolo.

5. Il muscolo si stanca assai più rapidamente lavorando ad una temperatura alta che ad una bassa. Infatti paragonando i lavori di due muscoli nella stessa condizione ma a temperature diverse, si trova che le ordinate, cioè le altezze a cui è innalzato il peso, sono maggiori pel muscolo riscaldato; ma si trova anche che l'ascissa è assai più corta per questo muscolo, ciò che significa che il muscolo ha cessato di lavorare prima; per conseguenza il lavoro totale di un muscolo è sempre maggiore a una bassa che ad un'alta temperatura.

Sarebbe importante di vedere se questi effetti dipendono dalle variazioni dell'elasticità del muscolo secondo la temperatura, oppure dalle differenze della respirazione muscolare che si sa essere così intimamente collegata colla contrazione.

ESPERIENZE PER DETERMINARE LA LEGGE DI OSCILLAZIONE DI UN CORPO ELASTICO; DI RICCARDO FELICI.

1. Descriveremo qui alcune esperienze che hanno lo scopo di rendere nei corsi scolastici ordinarii, facile e chiara la esposizione di molte leggi dell' acustica. Questa párte della fisica fece in questi ultimi tempi de' progressi notevoli; e per la parte teorico-esperimentale relativa alla percezione de' suoni, l'Helmohltz ci diede un bel libro, ove egli riassunse non solamente i lavori suoi propri, ma anche, e con grande erudizione, la storia di quella parte della Fisica che interessa ad un tempo il Fisico, il Matematico, il Fisiologo, e la scienza della composizione musicale per ciò che riguarda l'armonia; la quale ormai più non dovrebbe essere una sola raccolta di esempi, e di regole empiriche.

Mi approfittai di quel libro per il Corso di Acustica in questa Università; ed il maggior numero de' miei Scolari essendo di Medicina, dovetti, per facilitare le discussioni de'fenomeni, fare appunto come l'Helmohltz; cioè dovei alla considerazione delle funzioni periodiche, che esprimono la legge dell'oscillazione di un corpo elastico, sostituire la rappresentazione grafica di quella legge, ossia il disegno della curva di oscillazione. Così per la chiarezza delle mie lezioni mi conveniva di ottenere in lezione senza perdite di tempo, facilmente le curve di oscillazione esattamente disegnate o *proiettate* quali sono

realmente ne' diversi casi; e sufficientemente grandi e con luce assai viva per essere visibili ad un tempo da tutti. Ma i metodi di Duhamel, Wertheim e Lissajous, non soddisfacevano bastantemente a tutte quelle condizioni. Come è noto (1) quei primi due Fisici fanno ruotare attorno al proprio asse di figura un disco od un cilindro di vetro, o di metallo coperto di carta, e coperto da uno strato leggiero di nero fumo. Al corpo sonoro, che è quasi sempre un *corista*, ossia un *diapason*, si attacca un corto e sottile filo di vetro, o una *barba di piuma*, in direzione normale al piano di oscillazione dell'istrumento, e in modo che oscillando sfiori, levando il nero fumo e lasciando scoperto il bianco della carta, quella superficie ruotante ed affumicata, che deve rimanere paralella all' anzidetto piano. Ma la curva sinuosa che così si ottiene su quella superficie, è soggetta a troppi errori variabili e casuali, è troppo grossolanamente disegnata, ed ha le sinuosità troppo piccole per servire al nostro intento; e poi quel filo, o stiletto disegnatore del corpo sonoro, richiede cure che possono cagionare perdite di tempo gravi fra le esperienze di una stessa lezione. Perciò un simil metodo non è realmente vantaggioso che per sapere i numeri delle oscillazioni di un dato suono, che si giudicano solo dal numero delle sinuosità della curva; e a quest' oggetto si sa ch'è stato utilizzato, per il caso anche de' tubi, con il Fonautografo di Scott e Koenig.

Il metodo del Lissajous (2), ingegnoso e utilissimo, consiste, com'è noto, nel far riflettere un raggio luminoso da un piccolo specchietto che è fissato sulla estremità di una delle branche di un corista; onde se il corista vibra, il punto luminoso che dal raggio riflesso, se fosse immobile, sarebbe formato su di una parete bianca della camera tenuta oscura, si cangia in una lineetta: e se quel raggio va, prima d'incontrare quella parete, a riflettersi di nuovo sopra un altro specchietto di un altro corista vibrante, la lineetta si cangia in una linea curva chiusa la di cui forma può determinarsi *a priori*, giacchè si conosce il modo di vibrazione de' diapason. Se uno

(1) Jamin. Cours de Physique 1859. Mallet Bachelier. T. II, pag. 448-49.
(2) Jamin. pag. 526-27-28.

de' diapason è rimpiazzato da un corpo sonoro che possa nella sua parte oscillante sopportare uno specchietto, senza che ne rimanga alterata la sua legge di oscillazione, la forma della curva luminosa dà il modo di calcolare, o di costruire graficamente la curva di oscillazione di quel secondo istrumento. Questo metodo è principalmente utile nei corsi, per rendere visibile la curva che risulta dalla composizione di due movimenti vibratorii, ch' è ciò che si può fare sempre bene con de'coristi. Se avessi voluto solo fare degli studi particolari sulle curve di oscillazione, quel metodo in molti casi mi avrebbe potuto essere utile, quando avessi rinunziato a projettar quelle curve complesse, e le avessi invece ottenute nel campo di un cannocchiale, come fece il Lissajous, e come è indicato anche nel citato libro dell'Helmohltz. Ma nel caso mio, cioè nelle condizioni che dissi, quel metodo non mi poteva essere utile; massime dovendo trattar il caso di una corda elastica, alla quale non si può attaccare uno specchietto. Conveniva dunque che io pensassi a qualche altro mezzo; e mi decisi per il seguente.

2. La *curva di oscillazione*, è quella le di cui ascisse sono proporzionali ai tempi, e le ordinate sono proporzionali alle successive distanze del punto oscillante che si considera dalla sua posizione naturale di riposo. Ciò posto abbiasi una corda sottile ed elastica, tesa come in un sonometro, ed abbastanza lunga perchè anche quando vibra una piccola parte del suo mezzo possa sensibilmente ritenersi come rettilinea; e supponiamola orizzontale. Abbiasi anche una sottile fenditura verticale praticata in un piano verticale opaco e paralello alla corda, che gli deve esser vicina il più che si possa, fino a che oscillando non lo tocchi. Il piano orizzontale condotto dalla posizione di riposo della corda tagli normalmente, e per metà, la fenditura. Ciò posto diamo al piano opaco che porta la fenditura, e perciò alla fenditura stessa, un movimento orizzontale ed uniforme paralello alla corda, così che la fenditura rimanga sempre verticale, e col suo punto di mezzo sempre sullo stesso piano orizzontale della posizione di riposo della corda. Se la velocità della fenditura non sarà troppo piccola, se essa sarà illuminata

dalla luce diffusa del cielo, o meglio da un fascio di raggi solari diretti da un eliostata normalmente al piano opaco; e se nel campo osservato, a quella fenditura ne succederanno altre simili con uguali velocità, pel solito fenomeno dovuto alla persistenza delle immagini nell'occhio, guardando a distanza e con l'occhio all'incirca nel piano orizzontale della corda, in luogo di una linea lucida tagliata nel suo mezzo da un punto nero, vedremo una striscia chiara paralella alla corda; sopra la quale striscia, alta verticalmente quanto la fenditura, si projetterà allo sguardo come fosse una linea orizzontale e nera la corda stessa. Ma se mentre che le fenditure si muovono, si muove ed oscilla la corda sonora, sempre, per la detta persistenza delle immagini, noi vedremo, su quella larga striscia luminosa, projettata una linea sinuosa ma regolare, che sarà il luogo geometrico apparente di tutti i successivi punti d'intersezione della corda con la fenditura; e potendosi il non grande tratto di corda che si osserva considerare come rettilineo, ne seguirà che quella linea sinuosa sarà appunto la cercata curva di oscillazione. Di questa curva le figure 1, 2, 3, (*Tav. III*) ne mostrano alcune forme singolari. Resta ora a completare l'apparecchio.

Io presi un disco di 20 cent. di raggio, fatto con cartoncino di Bristol o di vetro reso opaco con una vernice, o meglio ancora di metallo, e vi tagliai un certo numero di fenditure nelle direzioni de' raggi, cominciando dalla periferia, lunghe quattro centimetri, e larghe uno o due millimetri, equidistanti fra di loro; e poi lo adattai sopra un movimento di orologieria, mandato da un peso, che gli faceva fare circa un giro e mezzo al secondo. Il disco era collocato vicino e paralello alla corda, in modo che le sue fenditure passando a questa vicino fossero nelle condizioni della fenditura di cui abbiamo già discorso. Vero è che sebbene il raggio del disco sia grande, relativamente alla porzione di corda, e all'estensione del campo in cui si considerano le sinuosità della curva di oscillazione, pure entro a questi limiti vi è nel disegno di questa curva da valutare l'errore, proveniente da che la fenditura non ha che una posizione sola in cui è normale esattamente alla posizione di riposo della corda.

Una lente, o un sistema di due lenti, a corto foco, ha il suo asse ottico orizzontale e normale alla corda. Posta la fenditura, ossia una delle fenditure del disco, esattamente verticale, ossia esattamente normale al piano orizzontale della corda, il piano verticale che la contiene, e che taglia la corda normalmente e per metà, conterrà pure quell'asse ottico orizzontale. La distanza focale di quel sistema di lenti da me adoperato è di circa cent. 20; il diametro della lente più grande, la quale rimaneva più vicina alla corda ed al disco, è di circa quattro centimetri; la distanza di questa lente dalla corda è, in media, di centimetri sei; e quella della corda dal disco di circa un centimetro.

Il raggio di un eliostata è mandato nella direzione stessa dell'asse ottico del sistema: e regolando la distanza del sistema dalla corda, si ottiene ingrandita assai l'immagine della corda e della fenditura sopra una tela, o sopra un piano bianco verticale ad una distanza qualunque. Se la corda vibra, o se il disco ruota, si vede la curva di oscillazione disegnata su quel piano, con le sue sinuosità regolari, e che possono essere di molti centimetri di ampiezza, in guisa da essere visibili anche da un numeroso uditorio, e senza bisogno di far molta oscurità nella sala.

La corda di cui feci più uso era lunga metri 1,50 ed era di quelle più sottili da piano-forte. La tendevo sopra una specie di sonometro, e generalmente in modo che mi dasse il *la* di 512 oscillazioni semplici.

3. Se si fa l'esperienza a caso, vale a dire senza alcuna avvertenza in più di quelle che abbiamo dette, le curve di oscillazione non sembreranno immobili ma dotate di un moto di traslazione a destra o a sinistra dell'osservatore; tal moto non sarà rapido, anzi generalmente lento, e se la velocità del disco non sarà costante, o se la corda, stirandola per farla oscillare, potrà cedere alcun poco, il moto di traslazione delle sinuosità della curva sarà variabile tanto in velocità che in direzione. Ciò si spiega facilmente osservando che la prima fenditura che passa davanti alla corda ci dà da se sola una prima curva di oscillazione, e la seconda fenditura ci dà un altra cur-

va uguale alla prima, ma queste due curve non coincideranno esattamente, se la seconda fenditura non si troverà nel campo dell'apparecchio nelle stesse posizioni che aveva la prima, mentre la corda era relativamente nelle stesse fasi di vibrazione. Egli è dunque chiaro che a volere quelle curve immobili bisogna che il numero delle fenditure, che incontrano in un secondo di tempo l'asse ottico dell'apparecchio, sia uguale o sia un divisore esatto del numero di oscillazioni della corda nello stesso tempo. La mancanza di questa esatta relazione può condurre, alle volte, ad effetti diversi; come ad esempio può far apparire più curve ad un tempo, abbenchè generate successivamente.

Per tutte queste cose il meglio è di tendere la corda con dei pesi, e non come quelle di un piano-forte; ed aggiungendo o levando pesi presto si arriva a tenere immobili le curve, se la ruotazione del disco è uniforme esattamente. Se si comincia per esempio dall'aggiungere pesi, si vedrà ritardare il moto di traslazione delle curve, fino a che diverranno immobili; e continuando ad aggiunger pesi prenderanno a muoversi in senso opposto al primo, e via dicendo.

La parte più difficile dell'apparecchio è certamente il movimento di orologieria del disco; ma siccome si tratta di un moto lento, si può assicurare il disco ad una delle ruote mediane di un roteggio, e non alla più piccola e più veloce. Così si avrà bastante garanzia, per la mediocre spesa e per la uniformità del moto. Per le mie lezioni non avevo un buon roteggio; ma siccome è molto facile far capire la ragione dal moto di traslazione delle curve, e, anche girando a mano un disco, si può ridurre lento quel moto, potei sempre servirmene.

Facilmente s'intende come l'apparecchio qui descritto possa anche servire per la misura del numero delle oscillazioni di un corpo elastico; infatti per conoscere quel numero basterà di sapere la velocità di ruotazione del disco, e il numero delle sinuosità della curva comprese in un dato numero di gradi percorsi dalla fenditura. Per tale oggetto si potrà tenere la detta fenditura immobile in due posizioni diverse del campo che si projetta sul piano (*ècran*) nel quale si devono osservare le curve; e vi si traccieranno le immagini della fenditu-

ra, corrispondenti così ad un angolo che si leggerà facilmente sullo stesso disco. Per questa ricerca sarà meglio dare un moto più lento al disco, onde sia grande il numero delle sinuosità comprese in quell'angolo; e perciò bisognerà avere molte fenditure. Così si potrà con molta evidenza, e in poco tempo, trovare nel tempo di una lezione i rapporti fra i numeri delle vibrazioni della scala musicale.

4. Una delle cose che finora in una lezione non si sono potute ancora chiaramente dimostrare esperimentalmente è la dipendenza fra il *colore*, o *metallo* del suono e la legge dell'oscillazione dell'istrumento; ma col nostro apparecchio nulla vi è di più facile. Prima di tutto è facile di fare osservare che il metallo del suono dato da una corda, varia a seconda che la corda è pizzicata nel mezzo, o più o meno lontano dagli estremi, e a seconda del modo che si adopera per farla vibrare; vale a dire alzandola fra le due dita e poi lasciandola libera, oppure sollevandola con una sottile punta di ferro, o con un uncino appuntato, o con un'unghia, o percotendola col martellino di un tasto da piano-forte, o con un martellino guarnito di pelle, oppure con uno spigolo di legno o di metallo. E sarà subito fatto il mostrare che, quando non varia nè il punto eccitato dalla corda, nè il modo di eccitazione, rimane pure invariata la curva di oscillazione, e con essa il *colore*, ossia il *metallo* del suono. Le figure 1, 2 e 3 della Tavola rappresentano le curve di oscillazione della corda scossa respettivamente ne'tre punti che sono distanti un *terzo*, un *sesto* un *dodicesimo*, da una estremità; sollevandola solamente fra due dita, e poi lasciandola a se stessa. Così si vede che più la corda è scossa in un luogo lontano dal suo mezzo, cioè più vicino ad un estremo, e più è complicata la curva di oscillazione, come più acuto fino ad esser *ingrato* diventa il metallo del suono. L'effetto di un largo martellino che urti la corda contemporaneamente in una maggior superficie, è di far vibrare la corda come se fosse scossa nel suo mezzo; e le curve più bizzarre e complicate si hanno con martellini a taglio acuto, e percotendo la corda lontano dal suo mezzo. Non ho, e non era nel mio scopo, fatte esperienze molte su questo soggetto; ma mi parve che la

curva di oscillazione di una corda non rimanesse simile esattamente a se stessa, dal primo istante in cui cominciava fino a che si estingueva il suono; e mi parve che dal primo istante in poi il suono divenisse in ogni caso più *grato*, ossia più dolce il suo metallo, e che in pari tempo la curva divenisse meno strana avvicinandosi sempre più alla forma pendolare.

Se in luogo di una corda si vuol studiare un corista, o un altro strumento, conviene adattargli un leggiero e rigido filo, o stile, che possa muoversi insieme con la massa vibrante, come si usa col metodo di Duhamel, solamente nel nostro caso non vi saranno nella curva di oscillazione gli errori inevitabili in quel metodo. E mi pare che sarà facile anche il sostituire nel Fonautografo di Scott e Koenig, il nostro apparecchio al cilindro di Duhamel.

La vicinanza del disco al corpo vibrante potrebbe impedire la esperienza nel caso che non si trattasse di una corda solamente, ma fosse per esempio un istrumento ad arco. In questo caso bisogna tenere il disco lontano dal sistema di lenti, amplificatore delle immagini, e mettere un' altra lente fra questo sistema e il disco in modo da avere bastantemente grande l'immagine *reale* della fenditura nel luogo dove deve stare, ad esempio, la corda del violino che si vorrà far suonare adoprando l'arco.

5. Quando il disco si muove con perfetta uniformità non è difficile il disegnare sopra un foglio di carta quelle curve; ma per ottenerle facilissimamente esattissime, e con poca noja e fatica, basta adoperare la fotografia. Io ho un sistema composto, di Woitglander a cortissimo foco, per lastra intera, e che, almeno tre anni sono, era notato per 400 franchi in catalogo. Misi questo sistema dietro al primo, lontano circa mezzo metro, o un poco più dalla corda, e in modo che i due sistemi avessero i loro assi ottici sulla stessa linea retta: così avevo nella camera oscura, del sistema Woitglander, una immagine delle curve di oscillazione disegnata in un campo circolare grande circa quattro centimetri; e avrei ottenuta una immagine più grande, ma non si poteva allungar molto la mia camera oscura, perchè era costruita per gli usi ordinarii della fotografia.

Adoperai il collodion iodurato del commercio, sufficientemente rapido, abbenchè non avessi bisogno di molta rapidità e sviluppavo la immagine con una debole soluzione di protosolfato di ferro, resa acida da una o due goccie di acido solforico, e non ebbi mai a ricorrere ad altre soluzioni per rinforzare la immagine.

Per aprire e chiudere l' obiettivo, e regolare così la durata dell'esposizione della lastra di vetro preparata, è necessario di combinare un modo che limiti quella durata al tempo che è impiegato da una fenditura per passare nel campo dell' apparecchio. Altrimenti sarebbe indispensabile l'avere per il disco un movimento di orologieria esattissimo, cosa che non si può trovare sempre in un Gabinetto di fisica; e poi, quand'anche vi fosse quel movimento, una più lunga esposizione annerirebbe la lastra intieramente, e non si vedrebbero più le curve. Però alle volte succede che l' obiettivo si trova chiuso prima che la fenditura abbia fatta la sua intera corsa nel campo, e che si apra prima che la fenditura vi sia comparsa, il che fa sì che la immagine non rimanga intera. Del resto questo è un mezzo molto comodo, perchè dispensa da molte cure per rendere immobili le curve, e dispensa dalla noja di lucidarle su carta trasparente, stando il disegnatore in una posizione non buona per fare un disegno esatto; tanto più che in molti casi, diminuendo troppo rapidamente l' ampiezza della oscillazione, aumenterebbero le difficoltà.

Le curve 1, 2 e 3 che si vedono nella Tavola sono state appunto disegnate, facendone prima la immagine con la fotografia, e poi con l' *apparecchio d' ingrandimento* di Duboscq prendendone la *positiva*. Dopo furono semplicemente lucidate; se non che io ottenni sulla *negativa* un numero minore di sinuosità della curva, di quelle che furon riportate nella Tavola.

Per avere nell' immagine delle curve la linea di riposo, tesi accanto alla corda vibrante un'altra corda sottile; ma siccome la vibrazione di quella mi metteva in vibrazione questa seconda, vi appoggiavo un filo verticale teso da un piccolo peso il che serviva per tenerla ferma. Questa osservazione mostra che si potrà approfittare del nostro apparecchio per studiare e far vedere in lezione la comunicazione de' movimenti vibratorii, anche quando le due corde sono ben lontane dall'*unisono*.

Se la fenditura fosse un poco troppo grande, e la corda troppo grossa, le immagini che si otterrebbero con la fotografia sembrerebbero sottili nastri diversamente ripiegati sopra se stessi, come si vedono talvolta fatti lungo i muri dai pittori di stanze. Ciò avviene perchè allora la grossezza de' tratti delle curve sarebbe troppa, e perchè in tutti i punti della curva l'azion chimica non ha la stessa intensità; infatti la velocità di oscillazione della corda cangia ad ogni istante; e dove essa è minima, cioè ne' punti più elevati delle sinuosità, l'azione è più debole, e quindi nella negativa la curva è più decisamente accennata dalla trasparenza della lastra; così è, per tutti i riguardi, necessario di tenere sottile e la fenditura e la corda, ma almeno la fenditura. La sottigliezza della fenditura è indispensabile anche per fare al disegno della curva la correzione, che accennammo doversi fare e che ora per ultimo diremo.

6. In conseguenza del moto ruotatorio della fenditura la immagine che se ne può avere nel campo dell'apparecchio, e nella lastra iodurata, è variamente inclinata sulla immagine A B della linea di riposo della corda, (Fig. 4 della Tavola) e per sapere le sue diverse posizioni bisogna conoscere il centro del circolo del quale essa è un raggio. Or quando la fenditura è assai sottile (perchè le linee di oscillazione siano ben sottili e perciò esatte) il campo su cui queste appariscono, nella immagine presa con fotografia, non è mai esattamente uniforme, ossia di una sola tinta, e appare striato da tante fine linee che sono archi di circolo che partono dallo stesso centro che ora appunto cerchiamo. La causa di quelle linee è la polvere od i piccoli peli che si depositano sui bordi, od anche le piccole variazioni di larghezza della fenditura; e si possono anche generare di quelle linee in determinati luoghi del campo, applicando normalmente alla fenditura, de'sottili fili di argento. Ciò posto è sempre facile il ritrovare quel centro; e questo punto non si trova nella Fig. 4, ma rimane superiormente alla figura. Le linee OP', PP' partono da quel centro e sono due posizioni differenti della fenditura; PP' è normale alla linea di riposo AB. La posizione del centro stesso si potrebbe anche determinare in altro modo; cioè prendendo nella camera oscura

l'immagine della verticale che passa per il centro del disco, del quale si conosce il raggio e misurando l'ingrandimento totale dovuto alle lenti.

La linea R *s c* D *b* è una delle curve di oscillazione, nel caso in cui la corda è eccitata a circa $^1/_{26}$ della sua lunghezza, contando da un estremo; *d o o'* è uno di quegli archi di circolo. Ciò posto vediamo qual correzione sarebbe da farsi nella posizione di un punto qualunque della curva. Sia *b* quel punto: conduciamo da questo punto il raggio *b* P al centro del circolo *d o o'* *b*P' sarà la posizione che aveva la fenditura, e *a b* paralella ad A B, sarà la posizione che aveva la corda, relativamente al punto *b*. Dallo stesso centro dell'arco *d o o'* tracciamo un arco T *e*, partendo dal punto T che è l'intersezione di PP con AB. L'arco T *e* incontri in *e* la retta *b* P'. Se la fenditura si fosse sempre mossa paralellamente a se stessa e quindi a PP, nell'istante in cui era in *b* P sarebbe stata invece sopra una linea paralella a PP, e distante da questa linea di una lunghezza uguale a quella dell'arco T *e* rettificato; dunque prendendo su *a b* una lunghezza uguale a T *e* steso in linea retta, e partendo da *a*, si determinerà il punto *b'* che sarà la posizione corretta del punto *b*.

Una simile correzione, che è già piccola nel nostro caso, in cui il punto della curva è lontano molto dall'asse PP, diverrebbe trascurabile con lenti di maggiore ingrandimento, con un disco di raggio più grande del nostro e che ruotasse più lentamente; in questo ultimo caso converrebbe far molte fenditure; il mio disco ne aveva otto. Mi sembra che un abile costruttore potrà dare a questo apparecchio delle dimensioni e delle forme tali da esser utilissimo ne' corsi scolastici, senza che vada a costar molto.

DELLE LEGGI DELL'ELETTROLIZZAZIONE; DI BERNARD RENAUD.

(*Ann. de Chim. et de Phys.* Giugno 1867).

Lo scopo di questo lavoro è stato di verificare sperimentalmente se il numero degli equivalenti elettrici ottenuti nella dissoluzione di un metallo, di un metalloide, di un corpo composto come un arseniuro, solfuro, ec. è sempre eguale al numero degli equivalenti elettro-negativi che si uniscono al corpo disciolto e se il modo con cui si effettua la combinazione, cioè lo stato semplice o composto del corpo elettro-negativo, ha o nò influenza sul numero degli equivalenti d'elettricità che si ottengono.

L'Autore comincia dal verificare le leggi trovate da Matteucci e da Daniell sull'eguaglianza del lavoro chimico interno ed esterno della pila, ora misurando la perdita di peso che soffre il metallo negativo di una coppia, ora raccogliendo il metallo o l'idrogeno che si separano al polo negativo di un elemento e paragonando questi risultati con quelli ottenuti in un voltametro esterno.

È noto che Ed. Becquerel ha esteso e modificato questa legge annunziando che il lavoro interno di una pila è uguale al numero degli equivalenti dell'elemento elettro-negativo separati nel liquido in contatto dell'elemento negativo della coppia e che si combinano con esso.

Già il Matteucci aveva dimostrato molti anni sono che, decomponendo colla stessa corrente in due voltametri distinti il protocloruro e il bicloruro di rame, si otteneva nei due liquidi la stessa quantità di cloro o dell'elemento elettro-negativo.

L'Autore verifica colle sue esperienze ciò che egli chiama la legge reciproca della legge di Faraday di elettrolizzazione. Egli ha fatto un grandissimo numero d'esperienze che sembrano condotte con esattezza e giunge alle conclusioni che riferiremo per intero:

1.ª Il numero degli equivalenti elettrici prodotti da una pila non può essere espresso, nè dall'elemento che si porta al polo positivo della pila nè dall'elemento elettro-positivo che si discioglie e che forma il polo negativo; queste conseguenze sono esatte, ma non esprimono il caso più generale. È più esatto dire che il numero degli equivalenti elettrici è eguale al numero degli equivalenti elettro-negativi elettrolizzati nel liquido che tocca il metallo e che si combina con esso.

2.ª Poichè il numero degli equivalenti elettrici non è uguale che al numero degli elementi elettro-negativi del composto che si forma da primo, se questo composto subisce un'alterazione per effetto dei liquidi circostanti, la nuova ossidazione o clorurazione che ne risulta non interviene più nella produzione dell'elettricità.

3.ª Allorchè si conosce il peso del metallo che si è disciolto al polo negativo e il numero degli equivalenti d'elettricità che si sono prodotti, è evidente che si può conoscere la formula del composto formato al primo istante.

L'Autore nella seconda parte della sua memoria passa in rivista le diverse teorie d'elettro-chimica che conosciamo e ripiglia lo studio della legge già annunziata dal Matteucci, che non vi è effetto elettrico in una coppia voltaica senza un elettrolite decomposto. L'esperienze dell'Autore sono fatte per mettere a prova questa legge, cercando cioè se vi è sviluppo di elettricità nella formazione delle leghe metalliche. Egli ha trovato che non vi è nessuna corrente sviluppata nella formazione delle leghe. Allo stesso risultato giunge studiando di nuovo il modo d'agire della pila di potassa e di acido nitrico, nella quale non vi è verosimilmente che un fenomeno di so-

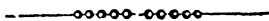
stituzione e quindi ne conclude come il Matteucci che i corpi semplici non sviluppano elettricità combinandosi direttamente fra loro.

Finalmente l'Autore studia gli altri casi di sviluppo d'elettricità usando leghe o altri composti nella pila in vece di zinco e le conclusioni sono le seguenti:

1.ª Le leghe allorchè sono disciolte, sviluppano la stessa quantità d'elettricità che i metalli che le formano presi senza essere allo stato di lega;

2.ª Gli arseniuri, solfuri, ec. quando i loro elementi si ossidano o si clorurano sviluppano delle quantità d'elettricità che sono sempre in rapporto colla formula dei composti che si formano per l'elettrolizzazione del liquido che li attacca.

In generale dunque, il numero degli equivalenti elettrici prodotti in una pila ha per espressione più generale il numero degli equivalenti elettro-negativi elettrolizzati nel liquido interpolare e che si combina col metallo negativo.

La legge sarebbe vera sia che l'elemento elettro-negativo consista in un corpo semplice come l'ossigeno o il cloro, o in un gruppo d'atomi che agisce come un corpo semplice e non muta se il metallo è in combinazione.

SOPRA UN FENOMENO OSSERVATO SOTTO L'AVVELENAMENTO DELLA STRICNINA; DI J. ROSENTHAL.

(*Comptes Rendus*. Giugno 1867).

L'Autore ha voluto determinare le quantità di stricnina necessarie nei diversi animali per produrre le convulsioni e la morte. La stricnina, probabilmente allo stato salino, era usata in soluzione acquosa ed era introdotta per la bocca. Un coniglio muore per un milligrammo di nitrato di stricnina per 500 grammi di peso del corpo: i porcellini d'india, i piccioni, i passeri assorbono il doppio di quel peso prima di perire, e i polli ne prendono impunemente dodici volte di più.

Il fatto singolare notato dall'Autore è che stabilendo in questi animali così avvelenati la respirazione artificiale, gl'effetti del veleno si indeboliscono assai, cessano le convulsioni e l'animale si ristabilisce.

Il veleno può dunque esser nel sangue senza spiegar la sua azione o piuttosto il sangue molto carico d'ossigeno vale a dileguare o distruggere l'azione del veleno, cioè il veleno stesso. È possibile che questo metodo delle respirazioni possa servire di rimedio nel caso di tetano o di avvelenamento che ingenerano fenomeni simili al tetano. Il Prof. Schiff ha molto studiati questi effetti dalla respirazione artificiale sugli animali avvelenati.

SULLA VISIONE CON DUE OCCHI; DI GUGLIELMO DE BEZOLD (1).

Da una teoria sulla visione con due occhi si pretendono specialmente due cose: prima di tutto deve spiegare l'origine d'una sola impressione prodotta dall'effetto combinato dei due occhi; in secondo luogo poi rendere anche ragione del perchè in date circostanze ci compariscono due immagini. Per giungere a questo scopo Giovanni Müller fu il primo che propose la sua teoria dell'identità delle retine. Egli dice: I punti delle due retine si corrispondono a due a due in modo, che l'irritazione di due di questi punti corrispondenti, o come lui li chiama, *identici*, produce sempre una sola impressione: l'irritazione invece di due punti non corrispondenti produce sempre una doppia impressione. Identici sono quei punti dove si forma l'immagine d'un punto indefinitamente lontano, per esempio d'una stella.

Se ora, basandosi su questo principio, si cerca la posizione geometrica dei punti che, per una posizione qualunque del punto fissato, si disegnano su punti della retina identici, e che quindi compariscono semplici, si trova in generale una curva con diverse ramificazioni (2) chiamata *Horoptero* mate-

(1) Annali di Poggendorff, Volume 130 Fasc. III. anno 1867.

(2) Helmholtz, Arch. f. Ophthalm Vol. X Hankel. Ann. di pogg. Vol. 122.

matico. Tutti i punti che non giacciono su questa curva, se la teoria è perfettamente giusta, devon comparire doppi, e con distanze tanto maggiori, quanto più le loro immagini distano l'una dall'altra sulla doppia retina. Per doppia retina s'intende l'insieme delle due retine sovraposte l'una all'altra in modo, che i punti identici si coprano fra di loro.

L'esperienza dimostra, che la distanza apparente delle immagini doppie è veramente proporzionale alla distanza delle immagini corrispondenti sulla doppia retina; però solo nel caso che questa distanza oltrepassi un certo limite « la distanza limite » al di sotto di questo limite l'oggetto comparisce semplice anche se la sua immagine non giace sulla curva sopra accennata. Da ciò apparisce che il principio non è con tutta precisione valevole. Si cercò però di togliere tale contradizione, ammettendo, che si rivolge sempre la propria attenzione solo all'oggetto fissato, e che quindi semplicemente si trascurano le immagini doppie che lo circondano.

Le cose però presero un altro indirizzo dopo che Wheatstone, coll'inventare lo stereoscopio, mostrò, che appunto la differenza delle due immagini sulle due retine era quella che generava in noi l'intuizione corporea. Esperienze collo stereoscopio mostrano; che si possono veder semplici anche oggetti le cui immagini non cadono su punti perfettamente identici, che quindi il principio d'identità non è più, almeno rigorosamente, giusto.

Vedendo che in tal modo una tale ipotesi vacillava, si cercò addirittura di abbatterla, e si tentò perfino di provare che si può vedere un oggetto doppio anche quando la sua immagine cade su punti identici.

Si cercò allora di sostituire alla prima una seconda ipotesi. Noi cerchiamo involontariamente la causa d'un impressione ricevuta sulla nostra retina sulla retta che congiunge la parte della retina irritata coll'oggetto, in certo qual modo la projettiamo al di fuori di noi, e propriamente in un certo piano, che passa per il punto fissato, e si chiama piano di projezione. Ammettendo questa proposizione ne segue, che noi non potremo veder semplici altro che i punti che giacciono su questo piano, e che vedremo quindi doppi tutti gli oggetti che

giacciono al di quà o al di là del piano di projezione, perchè le loro linee di projezione tagliano questo piano in due diversi punti.

Questa spiegazione suppone, che noi veniamo avvisati con tutta precisione della posizione dei nostri occhi mediante la così detta sensazione muscolare.

Se ora si vuole raccogliere sotto il medesimo punto di vista anche l'origine dell'intuizione corporea convien ammettere, che nei casi dove basta un piccolo spostamento ideale fuori del piano di projezione per produrre una sola immagine, abbia veramente luogo un tale spostamento, e che le linee di projezione vengano col pensiero prolungate fino al loro vero punto d'incontro. Siccome però usando anche dei prismi che producono una grande deviazione delle linee visuali fuori della posizione normale, ciò non ostante vediamo gli oggetti semplici, e di più immagini stereoscopiche vànno a coprirsi entro vasti limiti senza riguardo alla posizione primitiva degli occhi, così si è costretti di fare una seconda supposizione: che cioè in tali casi la sensazione muscolare è fuori d'attività.

La teoria delle projezioni non è quindi più semplice della teoria dell'identità. Giacchè, quantunque anche questa sia in grado di spiegare l'origine delle immagini doppie, abbisogna a tale scopo però dell'ipotesi dei piani di projezione, ipotesi che è resa molto incerta del fatto (1) che, un immagine soggettiva prodotta dalla fissazione coi due occhi non vien mai scomposta in due, benchè la sua grandezza apparente dimostri con tutta sicurezza che non viene projettata in quel piano. Per ispiegare poi l'intuizione corporea deve ammettere anche questa teoria come l'altra, casi eccezionali. Così pure per render ragione degli effetti ottenuti collo stereoscopio e coi prismi abbisogna d'un'ipotesi ausigliare, ed in fine tutta l'ipotesi si basa sull'ammissione d'una sensazione muscolare assai sviluppata; quest'ultima supposizione vien molto poco sorretta dalle esperienze sul giudizio delle distanze.

(1) Hering, Beiträge zur Physiologie pag. 130.

Tali osservazioni persuasero l'autore a tentare di metter in armonia coi fatti il principio d' identità modificandolo secondo il bisogno. Secondo esperienze di Panum (1) e Volkmann (2) noi vediamo semplici anche tali punti le cui immagini cadono su punti differenti delle retine, quando però la loro distanza sulla doppia retina non oltrepassi un certo limite. Ora un tal fatto è pienamente in accordo col principio d'identità, quando solamente si parli di luoghi corrispondenti, e non di punti identici.

Questa nuova forma di proposizione è del resto più verosimile e naturale che non l'altra che si riferiva a punti matematici. Anche guardando con un occhio solo si veggono i punti separati solo nel caso che la distanza delle loro immagini oltrepassi un certo limite; quanto più quindi non sarà ciò indispensabile per immagini prodotte sulle due retine? In vero il principio non perde in tal modo la sua precisione, anzi, mettendolo così d'accordo col fatto speciale sopra citato, guadagna una nuova forma molto più adattata della prima alle idee ed analogie fisiologiche. Nello stesso tempo cade così anche l'obbiezione; che tanto di rado si veggono immagini doppie. Se si cerca cioè, prendendo per fondamento le distanze date dall'esperienza, il luogo geometrico di tutti i punti che compariscono semplici, il così detto « *Horoptero empirico* » si trova uno spazio molto esteso, mentre si veggono immagini doppie solo entro un piano che racchiude strettamente le linee visuali. Come è noto, ciò è perfettamente d'accordo con certe osservazioni pubblicate avanti da Vieth (3).

L' autore trattò matematicamente questa quistione per il caso di linee visuali orizzontali, ed un punto fissato che giace nel piano mediano; ed approfittando delle proprie osservazioni, e di quelle di Volkmann e Solger sulle distanze limiti ha costruito delle curve. Queste figure mostrano, che, anche ad una distanza molto limitata del punto di fissazione, lo spazio nel quale solamente si possono vedere imma-

(1) Ricerche fisiologiche.
(2) Arch. f. Ophthalm. Vol. V parte II. pag. 1.
(3) Gilbert's Annales Vol. 5 8.

gini doppie, è assai limitato, e per di più così conformato, che, nelle solite circostanze, è assai difficile che oggetti esterni cadano in quello, essendo che in fatto si cerca, senza volerlo, di evitarlo.

Rivoltando ora questa proposizione, si arriva ad un' altra proposizione, chiara di per se stessa, che cioè nelle solite circostanze le immagini di tutti i punti cadono su luoghi quasi identici. E propriamente la distanza sulla doppia retina delle immagini appartenenti allo stesso punto è generalmente maggiore in senso orizzontale che in senso verticale. Siccome inoltre immagini incrociate e di egual nome si producono con eguale probabilità, ne segue che le immagini che corrispondono ad un medesimo oggetto cadono generalmente su punti corrispondenti.

Non dovrebbe bastare l' uso diretto sempre allo stesso scopo continuato e contemporaneo di tali luoghi, a spiegare quella curiosa relazione che passa fra di loro, di cui il principio d'identità ne è l'espressione? Per l'importanza di questo modo di vedere milita prima di tutto il fatto, che la sensibilità per le immagini doppie è molto minore in senso orizzontale che in senso verticale; innoltre il rapido crescere di questa sensibilità continuando ad esperimentare con immagini doppie, e per ultimo una serie d' analogie tratte dai diversi rami di azione sensitiva, e di movimento.

Si dimanda ora se anche le immagini stereoscopiche s'accordano colla fatta supposizione.

Se si osserva un corpo coi due occhi, o se si guarda in uno stereoscopio, non solo vi si rappresenta l'oggetto, che a ciò basterebbe anche un disegno lineare, perfino una descrizione: ma bensì l'impressione sensitiva risveglia tosto in noi la intuizione in modo tale, che entrambe nel tempo istesso giungono al nostro intendimento come una sola percezione. Non solo vi si immagina d' avere l'oggetto avanti gli occhi, bensì si vede realmente l' oggetto. In modo analogo si comportano i sensi del tatto. Se si tocca un dato corpo colla mano, non si sentono le singole impressioni staccate, bensì, anche senza l'ajuto d'altri sensi, si sente d'aver toccato una palla da bigliardo, una corda, un bastone ec.

Dopo questa premessa, non può sembrar sorprendente il fatto, che le immagini prodotte sui due occhi vengano fuse in una sola percezione corporea; e non vi sarà nemmeno più bisogno di cercare una congiunzione anatomica fra i così detti punti corrispondenti. Perchè non dovrebbe anche in questo caso prodursi una sola percezione, come per due dita che toccano lo stesso oggetto?

Partendo dal sopra enunciato punto di vista basta solo ammettere, per ispiegare l'origine d'una percezione corporea prodotta dal guardare con due occhi, che l'impressione prodotta dall'irritazione di due luoghi vicini della doppia retina, dipende in tutti i casi dalla posizione reciproca di questi luoghi, anche nel caso, che sieno fra loro tanto vicini da produrre una semplice percezione.

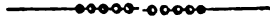
Se si ammette, che l'impressione, anche per immagini doppie fuse assieme, è diversa, secondo che si ha da fare con immagini doppie incrociate o meno, e più o meno distanti fra di loro, in tal caso l'esperienza basta a spiegare gli effetti dello stereoscopio.

Siccome punti, che giacciono al di là del punto fissato, producono sempre immagini doppie di egual nome, e punti invece che giacciono al di quà del punto fissato, danno immagini doppie di nome diverso, così si deve gradatamente arrivare coll'esperienza a congiungere coll'impressione d'un'immagine doppia di nome eguale, ma fusa l'idea d'un oggetto lontano, e con quella di immagini incrociate l'idea d'un punto vicino. L'apertura della doppia immagine (doppia immagine invece che immagini sulla doppia retina) offrirà in questo caso una misura per giudicare della distanza dell'oggetto. Con ciò sarebbe spiegata l'origine della percezione corporea, sulla quale, come ognuno sa, influiscono poi molto la perspettiva, la posizione degli assi degli occhi ed altre diverse circostanze.

Riassumendo, abbiamo:

1.° Nelle solite circostanze le immagini degli oggetti visibili nello stesso tempo cadono sensibilmente su luoghi identici delle retine.

2.° Questo uso continuato e contemporaneo, diretto sempre allo stesso scopo, permette di considerare il modo curioso di agire di questi luoghi come una proprietà acquistata.

3.° Partendo da questo punto di vista la spiegazione della percezione corporea, usando dei due occhi, non presenta difficoltà di sorta; basta solo ammettere che l' impressione prodotta da una immagine doppia fusa in una percezione, è diversa secondo che l' immagine doppia è incrociata, di nome eguale, e più o meno aperta.

SULLA FORZA DI UN MUSCOLO DI RANA NELL'ATTO DELLA CONTRAZIONE; DI J. ROSENTHAL.

(*Comptes Rendus* Giugno 1867).

L'altezza alla quale un muscolo solleva un peso nel contrarsi, dipende come è noto, dalla lunghezza delle fibre: la forza della contrazione misurata dal peso necessario per impedire la contrazione, non dipende che dalla sezione trasversale del muscolo o dal numero delle fibre che lo compongono.

Evidentemente qui si suppone che la potenza dei nervi, qualunque possa essere, sia costante ciò che non è. Per il muscolo di rana, Weber trovò che questa forza era di 600 grammi per centimetro quadrato di sezione del muscolo.

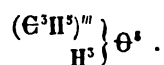
Schwan ha mostrato che questa forza era varia e che diveniva nulla quando il muscolo aveva raggiunto il suo massimo di contrazione.

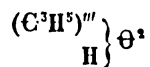
L'Autore ha voluto ripetere questi studj e lo ha fatto con metodi più esatti di quello di Weber e trova valori per la contrazione dei muscoli della rana assai più grandi. Invece di 600 grammi per centimetro quadrato, questa forza è di 2 a 3 chilogrammi. In proporzione del loro peso e volume, i muscoli sono dunque macchine molto più energiche delle macchine costruite dall'industria umana.

LEZIONI SOPRA ALCUNI PUNTI DI FILOSOFIA CHIMICA TENUTE IL 6 E 20 MARZO 1863 DAVANTI LA SOCIETA' CHIMICA DI PARIGI DAL SIG. ADOLFO WURTZ PRESIDENTE DELLA SOCIETA', LIBRERIA DI *HACHETTE* E *C.* PARIGI, 1864 (1).

(*Traduzione di* ANTONIO ROITI *con permesso dell' Autore*).

1.° La glicerina contiene :

$$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3 .$$

Perdendo $H^2\Theta$, essa può dare il glicide :

$$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H\end{matrix}\right\}\Theta^2$$

del quale il sig. Reboul fece conoscere curiosissime combinazioni (2).

Gli idrati d' alluminio, di ferro e loro analoghi possono sottostare anch' essi ad una decomposizione parziale.

(1) *Continuazione.* Vedi pag. 65. del Vol. XXV.

(2) *Annales de chimie et de physique* 3. serie, t. LX, p. 5, 1860.

$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Al^2}\\H^6\end{matrix}\right\}\Theta^6 \qquad \left.\begin{matrix}\overset{vi}{Al^2}\\H^4\end{matrix}\right\}\Theta^5 \qquad \left.\begin{matrix}\overset{vi}{Al^2}\\H^2\end{matrix}\right\}\Theta^4 \qquad \overset{vi}{Al^2}\Theta^3$$

Gibbsite — Diaspro — Corindone

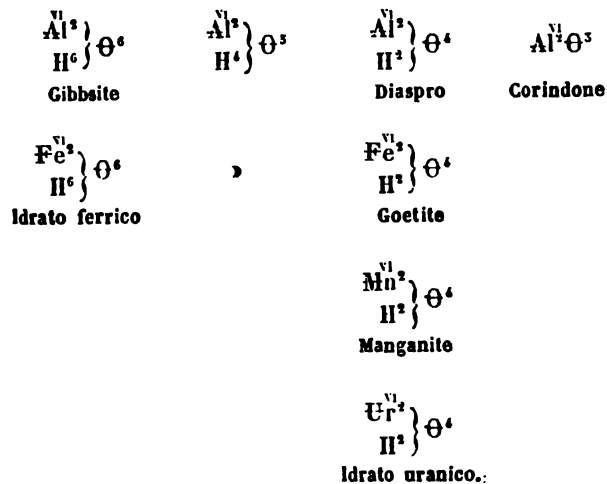
$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Fe^2}\\H^6\end{matrix}\right\}\Theta^6 \qquad \text{»} \qquad \left.\begin{matrix}\overset{vi}{Fe^2}\\H^2\end{matrix}\right\}\Theta^4$$

Idrato ferrico — Goetite

$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Mn^2}\\H^2\end{matrix}\right\}\Theta^4$$

Manganite

$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Ur^2}\\H^2\end{matrix}\right\}\Theta^4$$

Idrato uranico.

Esistono sali corrispondenti a questi diversi idrati. Tali sono il disteno e gli spinelli.

$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Al^2}\\\overset{iv}{Si}\end{matrix}\right\}\Theta^5 \qquad \left.\begin{matrix}\overset{vi}{Al^2}\\Mg''\end{matrix}\right\}\Theta^4 .$$

2.° Il sig. Lourenço (1) ha mostrato che più molecole di glicerina possono congiungersi eliminando acqua e formando combinazioni poligliceriche.

$$2\left[\left.\begin{matrix}\mathrm{C^3H^5}\\\mathrm{H^3}\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}\mathrm{C^3H^5}\\\mathrm{C^3H^5}\\\mathrm{H^4}\end{matrix}\right\}\Theta^5 + \mathrm{H^2\Theta}$$

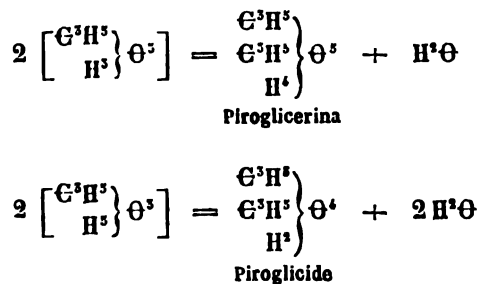
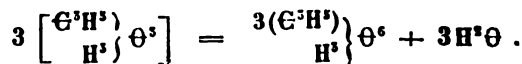
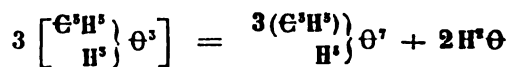
Piroglicerina

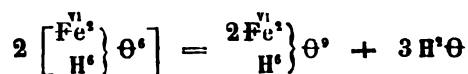
$$2\left[\left.\begin{matrix}\mathrm{C^3H^5}\\\mathrm{H^3}\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}\mathrm{C^3H^5}\\\mathrm{C^3H^5}\\\mathrm{H^2}\end{matrix}\right\}\Theta^4 + 2\,\mathrm{H^2\Theta}$$

Piroglicide

(1) *Comptes rendus*, t. LII, p. 369.

$$3\left[\left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}3(C^3H^5)\\H^5\end{matrix}\right\}\Theta^7 + 2H^2\Theta$$

$$3\left[\left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}3(C^3H^5)\\H^3\end{matrix}\right\}\Theta^6 + 3H^2\Theta\ .$$

I corpi così formati costituiscono, in qualche modo, degli idrati basici, come appunto la limonite costituisce un idrato ferrico basico.

$$2\left[\left.\begin{matrix}\overset{VI}{Fe^2}\\H^6\end{matrix}\right\}\Theta^6\right] = \left.\begin{matrix}2\overset{VI}{Fe^2}\\H^6\end{matrix}\right\}\Theta^9 + 3H^2\Theta$$

Limonite.

È naturale che in tali idrati l'idrogeno basico possa venir sostituito da radicali d'acidi. Si ottengono così dei sali basici dei quali sono rappresentanti nella chimica organica gli eteri polietilenici e poliglicerici, e di cui si hanno copiosi esempi in chimica minerale.

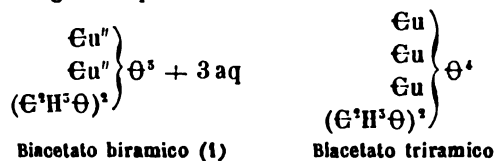
Ecco prima la costituzione degli eteri basici di cui è parola :

$$\left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\\(C^2H^3\Theta)^2\end{matrix}\right\}\Theta^3 \qquad \left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\\C^2H^4\\(C^2H^3\Theta)^2\end{matrix}\right\}\Theta^4 \qquad \left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\\C^2H^4\\C^2H^3\Theta\\H\end{matrix}\right\}\Theta^4$$

Biacetato bietilenico — Biacetato trietilenico — Monoacetato trietilenico.

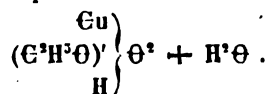
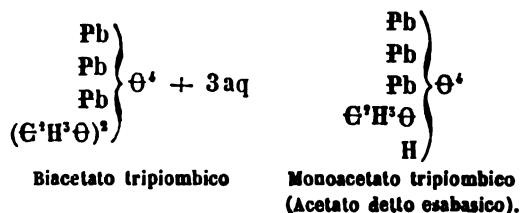
Evidentemente gli acetati basici di piombo e di rame sono gli analoghi di questi eteri.

$$\left.\begin{matrix}Cu''\\Cu''\\(C^2H^3\Theta)^2\end{matrix}\right\}\Theta^3 + 3\,aq \qquad \left.\begin{matrix}Cu\\Cu\\Cu\\(C^2H^3\Theta)^2\end{matrix}\right\}\Theta^4$$

Biacetato biramico (1) — Biacetato triramico

(1) Può essere che questo sale sia un monoacetato monoramico :

$$\left.\begin{matrix}Cu\\(C^2H^3\Theta)'\\H\end{matrix}\right\}\Theta^2 + H^2\Theta\ .$$

$$\left.\begin{array}{r}Pb\\Pb\\Pb\\(\Theta^{2}H^{3}\Theta)^{2}\end{array}\right\}\Theta^{4}+3aq \qquad \left.\begin{array}{r}Pb\\Pb\\Pb\\\Theta^{2}H^{3}\Theta\\H\end{array}\right\}\Theta^{4}$$

Biacetato tripiombico — Monoacetato tripiombico (Acetato detto esabasico).

Molti altri composti basici della chimica minerale sono dotati di costituzione analoga. Ne citeremo alcuni nei differenti generi di sali. Ma prima osserviamo che questi sali basici contengono sempre un metallo poliatomico: i metalli monoatomici ben caratterizzati, quali il potassio, il sodio ed anche l'argento, non formano sali basici propriamente detti.

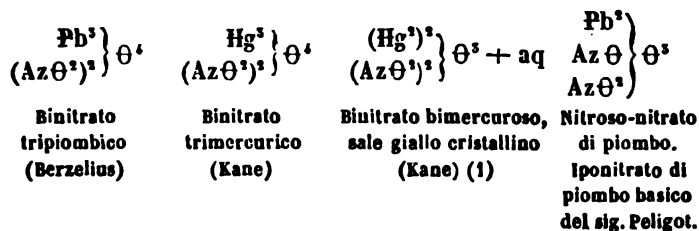
NITRATI BASICI

$$\left.\begin{array}{r}Pb^{3}\\(Az\Theta^{2})^{2}\end{array}\right\}\Theta^{4} \qquad \left.\begin{array}{r}Hg^{3}\\(Az\Theta^{2})^{2}\end{array}\right\}\Theta^{4} \qquad \left.\begin{array}{r}(Hg^{2})^{2}\\(Az\Theta^{2})^{2}\end{array}\right\}\Theta^{3}+aq \qquad \left.\begin{array}{r}Pb^{2}\\Az\Theta\\Az\Theta^{2}\end{array}\right\}\Theta^{3}$$

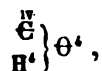
Binitrato tripiombico (Berzelius) — Binitrato trimercurico (Kane) — Binitrato bimercuroso, sale giallo cristallino (Kane) (1) — Nitroso-nitrato di piombo. Iponitrato di piombo basico del sig. Peligot.

SOLFATI BASICI

$$\left.\begin{array}{r}\Theta u^{4}\\S\Theta^{2}\end{array}\right\}\Theta^{5}+4\,aq \qquad \left.\begin{array}{r}Hg^{3}\\S\Theta^{2}\end{array}\right\}\Theta^{4}$$

Brochantite — Turbite minerale.

CARBONATI BASICI

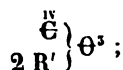
Siccome il carbonio è un elemento tetratomico come il silicio, così l'idrato carbonico normale dovrebbe avere a composizione:

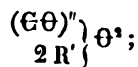
$$\left.\begin{array}{r}\overset{IV}{\Theta}\\H^{4}\end{array}\right\}\Theta^{4},$$

(1) Polimero all'azotato mercuroso solubile di Gerhardt (pag. 174).

e i carbonati normali dovrebbero contenere :

$$\left.\begin{matrix}\overset{IV}{\ddot{C}}\\ 4\,R'\end{matrix}\right\}O^4 \quad \text{ovvero} \quad \left.\begin{matrix}\overset{IV}{\ddot{C}}\\ 2\,R''\end{matrix}\right\}O^4,$$

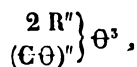
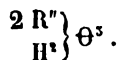
e sono quelli che il sig. Odling chiamò *ortocarbonati* (1). Ma si sa che i carbonati più numerosi e meglio definiti appartengono al tipo

$$\left.\begin{matrix}\overset{IV}{\ddot{C}}\\ 2\,R'\end{matrix}\right\}O^3;$$

o, in altri termini, si sa che in questi carbonati il rapporto dell' ossigeno dell' acido a quello dell' ossido è 2 : 1. Sembra quindi naturale di considerare come neutri o normali questi ultimi carbonati. Si può esprimere la loro costituzione colla formola :

$$\left.\begin{matrix}(CO)''\\ 2\,R'\end{matrix}\right\}O^2;$$

e si possono considerare gli ortocarbonati come carbonati basici della formola :

$$\left.\begin{matrix}2\,R''\\ (CO)''\end{matrix}\right\}O^3,$$

derivati dal tipo :

$$\left.\begin{matrix}2\,R''\\ H^2\end{matrix}\right\}O^3.$$

Ciò posto, è ammissibile l' esistenza di carbonati basici

(1) *Phylosophical Magazine*, t. XVIII, p. 368.

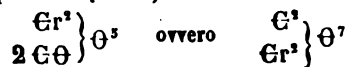
appartenenti a più tipi e dotati dei rapporti seguenti fra l'ossigeno dell'ossido Oo e quello dell'acido Oc:

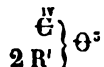
Oo : Oc :: 2 : 2 carbonati bibasici
Oo : Oc :: 3 : 4 sesquicarbonati
Oo : Oc :: 3 : 2 carbonati di sesquiossidi

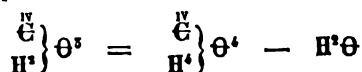
Carbonati bibasici	*Sesquicarbonati*	*Carbonati di sesquiossidi*
$\left.\begin{matrix}2\,\mathrm{Cu}\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^3 + \mathrm{aq}$ (1) **Malachite**	$\left.\begin{matrix}3\,\mathrm{Cu}\\ 2\,\mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^5 + \mathrm{aq}$ **Azzurrite**	$\left.\begin{matrix}\overset{\mathrm{VI}}{\mathrm{Fe}^2}\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^4$ **Carbonato ferrico (Parkmann)**
$\left.\begin{matrix}2\,\mathrm{Cu}\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^3$ **Misorina ?**	» »	$\left.\begin{matrix}\overset{\mathrm{VI}}{\mathrm{Ur}^2}\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^4$ **Carbonato uranico (Ebelmen)**
$\left.\begin{matrix}2\,\mathrm{Pb}\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^3 + \mathrm{aq}$ **Sottocarbonato di piombo idrato (Bonnsdorff)**	$\left.\begin{matrix}3\,\mathrm{Pb}\\ 2\,(\mathrm{C}\Theta)\end{matrix}\right\}\Theta^5 + \mathrm{aq}$ **Cerusa ollandese (Hochstetter)**	$\left.\begin{matrix}\overset{\mathrm{VI}}{\mathrm{Cr}^2}\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^4$ (2) **Carbonato cromico (Parkmann)**
$\left.\begin{matrix}\mathrm{Zn}^2\\ \mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^3 + 2\,\mathrm{aq}$ **Sottocarbonato di zinco idrato (Schindler)**	$\left.\begin{matrix}2\,\mathrm{Bi}'''\\ 2(\mathrm{C}\Theta)\end{matrix}\right\}\Theta^5 + \mathrm{aq}$ **Carbonato di bismuto.**	

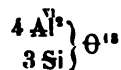
(1) $\mathrm{Aq} = \mathrm{H}^2\Theta$.

(2) Il bicarbonato cromico analizzato dal sig. Parkmann *Bulletin de la Société chimique*. t. V. p. 551).

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Cr}^2\\ 2\,\mathrm{C}\Theta\end{matrix}\right\}\Theta^5 \quad \text{ovvero} \quad \left.\begin{matrix}\mathrm{C}^2\\ \mathrm{Cr}^2\end{matrix}\right\}\Theta^7$$

è paragonabile ad un bisilicato (pag. 181). In generale i carbonati possono riferirsi al tipo:

$$\left.\begin{matrix}\overset{\mathrm{IV}}{\mathrm{C}}\\ 2\,\mathrm{R}'\end{matrix}\right\}\Theta^3$$

che risponde al primo anidride carbonico:

$$\left.\begin{matrix}\overset{\mathrm{IV}}{\mathrm{C}}\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\Theta^3 = \left.\begin{matrix}\overset{\mathrm{IV}}{\mathrm{C}}\\ \mathrm{H}^4\end{matrix}\right\}\Theta^4 - \mathrm{H}^2\Theta$$

Esistono pure dei silicati basici. Così la staurotide può essere riguardata come un composto basico della forma:

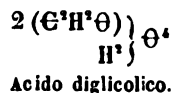
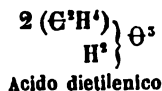
$$\left.\begin{matrix} 4\,\overset{VI}{Al^2} \\ 3\,Si \end{matrix}\right\} \Theta^{18}$$

nel quale la sesta parte dell'alluminio è surrogata da ferrico.

Nei composti minerali ora esaminati vediamo elementi poliatomici accumularsi in una sola e stessa combinazione, congiungendosi insieme certo col mezzo dell'ossigeno. (pag. 76 del Vol. XXV).

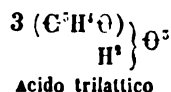
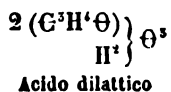
E questa proprietà ritroviamo anche in altri composti organici e minerali in cui vediamo accumularsi in un'unica molecola radicali d'acidi poliatomici. Svolgiamo questo punto.

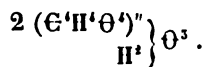
Dall'ossidazione dell'alcool dietilenico risulta un composto ch'io chiamai acido diglicolico (1), e in cui i due radicali etilene dell'alcool sono surrogati da due radicali glicolile:

$$\left.\begin{matrix} 2\,(\mathrm{C}^2\mathrm{H}^4) \\ \mathrm{H}^2 \end{matrix}\right\} \Theta^3 \qquad \left.\begin{matrix} 2\,(\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2\Theta) \\ \mathrm{H}^2 \end{matrix}\right\} \Theta^4$$

Acido dietilenico — Acido diglicolico.

Il sig. Friedel ed io abbiamo descritti gli eteri di un acido dilattico e d'un acido trilattico i quali posseggono costituzione analoga a quella dell'acido diglicolico (2).

$$\left.\begin{matrix} 2\,(\mathrm{C}^3\mathrm{H}^4\Theta) \\ \mathrm{H}^2 \end{matrix}\right\} \Theta^3 \quad , \quad \left.\begin{matrix} 3\,(\mathrm{C}^3\mathrm{H}^4\Theta) \\ \mathrm{H}^2 \end{matrix}\right\} \Theta^3$$

Acido dilattico — Acido trilattico

In una memoria importantissima il sig. H. Schiff (3) fece conoscere poco fa un acido ditartrico:

$$\left.\begin{matrix} 2\,(\mathrm{C}^4\mathrm{H}^4\Theta^4)'' \\ \mathrm{H}^2 \end{matrix}\right\} \Theta^3 .$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie t. LXIX, p. 344.
(2) *Annales de chimie et de phisique*, 3. serie, t. LXIII, p. 112.
(3) *Annales de chimie et de physique*, t. LXIX, p. 257.

Combinazioni analoghe esistono in chimica minerale: citerò gli acidi bisolforico (di Nordhausen), bicromico, bifosforico, i cui sali sono rappresentati dalle formole seguenti:

$$\left.\begin{matrix}2\,(S\Theta^2)\\ K^2\end{matrix}\right\}\Theta^3 \quad , \quad \left.\begin{matrix}(Cr\Theta^2)''\\ (Cr\Theta^2)''\\ K^2\end{matrix}\right\}\Theta^3 \quad , \quad \left.\begin{matrix}(Ph\Theta)'''\\ (Ph\Theta)'''\\ Na^4\end{matrix}\right\}\Theta^5$$

Bisolfato di potassio (anidro) — Bicromato di potassio — Pirofosfato di sodio (1).

Si sa che i signori Maddrell (1), Fleitmann e Henneberg (2) hanno descritto una serie d'acidi polimerici all'acido metafosforico i quali, come tutti i composti che ora ci occupano, si possono riguardare come anidridi formati dalla condensazione di più molecole d'acido fosforico con eliminazione d'acqua.

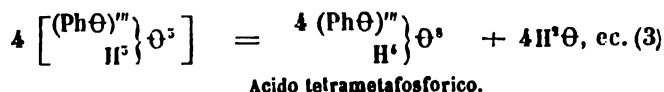
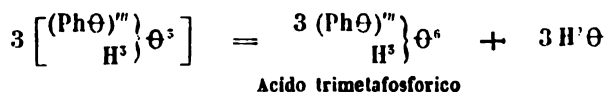
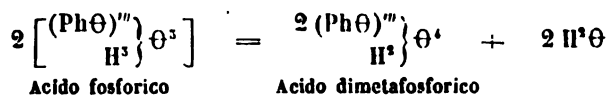
$$2\left[\left.\begin{matrix}(Ph\Theta)'''\\ H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}2\,(Ph\Theta)'''\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^4 + 2\,H^2\Theta$$

Acido fosforico — Acido dimetafosforico

$$3\left[\left.\begin{matrix}(Ph\Theta)'''\\ H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}3\,(Ph\Theta)'''\\ H^3\end{matrix}\right\}\Theta^6 + 3\,H^2\Theta$$

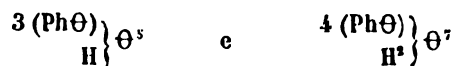
Acido trimetafosforico

$$4\left[\left.\begin{matrix}(Ph\Theta)'''\\ H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3\right] = \left.\begin{matrix}4\,(Ph\Theta)'''\\ H^4\end{matrix}\right\}\Theta^8 + 4\,H^2\Theta,\ \text{ec.}\ (3)$$

Acido tetrametafosforico.

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXI, p. 53.

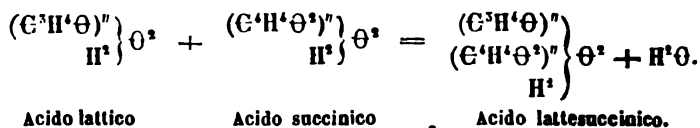
(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXV, p. 304. e t. LXXII, p. 232.

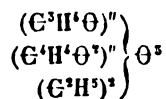
(3) Si può prevedere l'esistenza d'anidridi

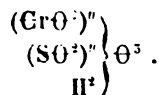
$$\left.\begin{matrix}3\,(Ph\Theta)\\ H\end{matrix}\right\}\Theta^5 \quad \text{e} \quad \left.\begin{matrix}4\,(Ph\Theta)\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^7$$

generati in conformità al principio delle *disidratazioni successive* svolto a pag. 79 e seguenti del Vol. XXV.

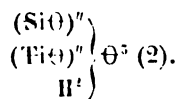
Il sig. Friedel ed io (1) abbiam fatto conoscere l'etere d'un acido misto formato dall'unione di una molecola d'acido lattico con una molecola d'acido succinico, eliminando dell'acqua.

$$\left.\begin{matrix}(C^3H^4O)'' \\ H^2\end{matrix}\right\} O^2 + \left.\begin{matrix}(C^4H^4O^2)'' \\ H^2\end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix}(C^3H^4O)'' \\ (C^4H^4O^2)'' \\ H^2\end{matrix}\right\} O^3 + H^2O.$$

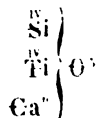
Acido lattico · Acido succinico · Acido lattesuccinico.

L'acido lattesuccinico, di cui analizzammo l'etere

$$\left.\begin{matrix}(C^3H^4O)'' \\ (C^4H^4O^2)'' \\ (C^2H^5)^2\end{matrix}\right\} O^3$$

contiene e il radicale dell'acido lattico e quello dell'acido succinico, e probabilmente questi radicali sono collegati da un atomo d'ossigeno. Alcuni altri acidi organici e minerali sono generati nello stesso modo ed hanno costituzione analoga. Così l'acido cromo-solforico di Bolley contiene

$$\left.\begin{matrix}(CrO^2)'' \\ (SO^2)'' \\ H^2\end{matrix}\right\} O^3 .$$

Assieme al sig. Friedel ho paragonato lo sfene o silicotitanato di calcio al latte-succinato d'etile

$$\left.\begin{matrix}(SiO)'' \\ (TiO)'' \\ H^2\end{matrix}\right\} O^3 \text{ (2)}.$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie, t. LXIII, p. 122.

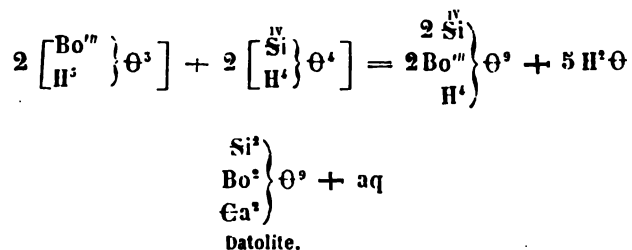
(2) Ovvero:

$$\left.\begin{matrix}\overset{iv}{Si} \\ \overset{iv}{Ti} \\ Ca''\end{matrix}\right\} O^5$$

Annales de chimie et de physique, 3. serie, t. LIII, p. 124.

V' hanno altre specie minerali formate anch' esse dalla condensazione degli elementi di due acidi con eliminazione d' acqua; e fra loro s'incontrano i borosilicati. L' idrato corrispondente alla datolite sarebbe così formato dalla combinazione di 2 molecole d' acido borico e 2 d' acido silicico, coll' eliminazione di 5 molecole d' acqua.

$$2\left[\begin{matrix}Bo''' \\ H^3\end{matrix}\Big\}\Theta^3\right] + 2\left[\begin{matrix}\overset{IV}{Si} \\ H^4\end{matrix}\Big\}\Theta^4\right] = \begin{matrix}2\,\overset{IV}{Si} \\ 2\,Bo''' \\ H^4\end{matrix}\Bigg\}\Theta^9 + 5\,H^2\Theta$$

$$\begin{matrix}Si^2 \\ Bo^2 \\ \mathrm{Ca}^2\end{matrix}\Bigg\}\Theta^9 + aq$$

Datolite.

§. 4.

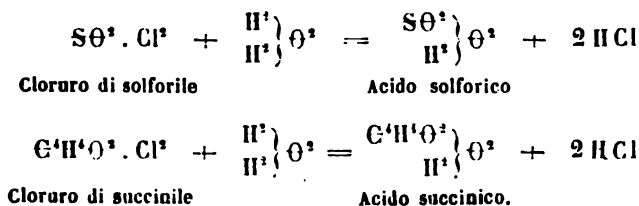
Cloruri, bromuri, ec. minerali ed organici.

In tutto ciò che precede abbiam messo in luce le analogie di struttura ed anche di reazioni fra gli ossidi, gl'idrati, gli eteri organici, e gli ossidi, gl' idrati, i sali minerali. Possiamo ora ricercare queste analogie in altre classi di composti. In altro luogo abbiamo già paragonati i cloruri minerali ai cloruri organici e qui ci limiteremo alla semplice osservazione che non si tratta di relazioni puramente simboliche, ma che le analogie espresse dalle formole tipiche si fondano sulla similitudine delle reazioni. Paragoniamo, sotto quest' aspetto, il cloruro di solforile col cloruro di succinile. Entrambi si decompongono nella stessa guisa sotto l' influenza dell' acqua, l' uno formando acido solforico, l' altro acido succinico.

$$S\Theta^2 . Cl^2 + \begin{matrix}H^2 \\ H^2\end{matrix}\Big\}\Theta^2 = \begin{matrix}S\Theta^2 \\ H^2\end{matrix}\Big\}\Theta^2 + 2\,HCl$$

Cloruro di solforile — Acido solforico

$$C^4H^4\Theta^2 . Cl^2 + \begin{matrix}H^2 \\ H^2\end{matrix}\Big\}\Theta^2 = \begin{matrix}C^4H^4\Theta^2 \\ H^2\end{matrix}\Big\}\Theta^2 + 2\,HCl$$

Cloruro di succinile — Acido succinico.

Del pari i cloruri, bromuri, ioduri dei radicali alcoolici sono paragonabili ai cloruri, bromuri, ioduri metallici. Non si può negare l'analogia delle relazioni seguenti:

$$(\bar{C}^2H^5)'I + \left.\begin{matrix}\bar{C}^2H^3\Theta \\ Ag\end{matrix}\right\}\Theta = AgI + \left.\begin{matrix}\bar{C}^2H^3\Theta \\ (\bar{C}^2H^5)'\end{matrix}\right\}\Theta$$

Ioduro d'etile — Acetato d'argento — Acetato d'etile

$$KI + \left.\begin{matrix}\bar{C}^2H^3\Theta \\ Ag\end{matrix}\right\}\Theta = AgI + \left.\begin{matrix}\bar{C}^2H^3\Theta \\ K\end{matrix}\right\}\Theta$$

Ioduro di potassio — Acetato di potassio

$$(\bar{C}^2H^4)''I^2 + 2\left[\left.\begin{matrix}\bar{C}^2H^3\Theta \\ Ag\end{matrix}\right\}\Theta\right] = 2\,AgI + \left.\begin{matrix}2(\bar{C}^2H^3\Theta) \\ (\bar{C}^2H^4)''\end{matrix}\right\}\Theta^2$$

Biioduro d'etilene — Biacetato d'etilene

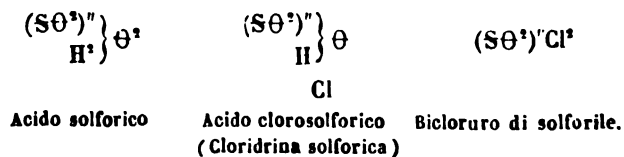
$$\bar{C}a''I^2 + 2\left[\left.\begin{matrix}\bar{C}^2H^3\Theta \\ Ag\end{matrix}\right\}\Theta\right] = 2\,AgI + \left.\begin{matrix}2(\bar{C}^2H^3\Theta) \\ \bar{C}a''\end{matrix}\right\}\Theta^2$$

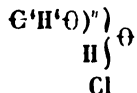
Ioduro di calcio — Biacetato di calcio.

Parmi superfluo insistere su tali ravvicinamenti che sono manifesti ed accettati da tutti i chimici. Eccone altri più nuovi e più curiosi.

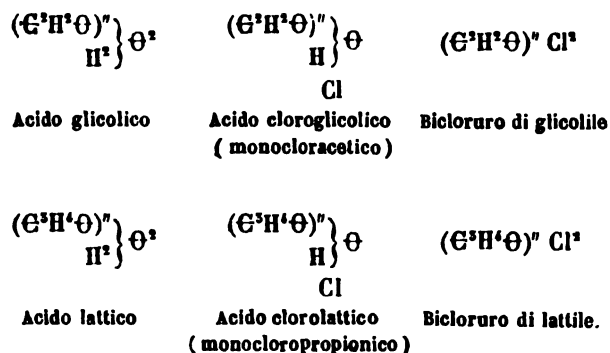
Indipendentemente dal bicloruro di solforile del sig. Regnault, esiste un composto intermedio fra questo e l'acido solforico; ed è l'acido clorosolforico ottenuto dal sig. Williamson (1) trattando l'acido solforico concentrato col percloruro di fosforo:

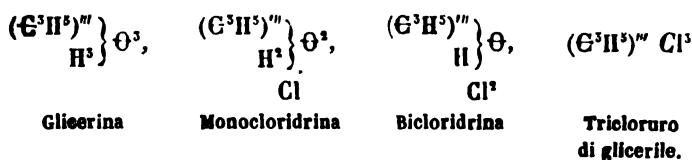
$$\left.\begin{matrix}(S\Theta^2)'' \\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2 \qquad \left.\begin{matrix}(S\Theta^2)'' \\ H\end{matrix}\right\}\Theta \atop Cl \qquad (S\Theta^2)''Cl^2$$

Acido solforico — Acido clorosolforico (Cloridrina solforica) — Bicloruro di solforile.

L'acido clorosuccinico

$$\left.\begin{matrix}\bar{C}^4H^4\Theta)'' \\ H\end{matrix}\right\}\Theta \atop Cl$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie. t. XLI, p. 486.

corrispondente all' acido clorosolforico non fu ancora ottenuto, per quanto mi sappia, quantunque la teoria ne prevegga l' esistenza. Ma nella serie dell'acido lattico si conoscono de' composti intermedi fra i bicloruri e gli acidi

$\left.\begin{matrix}(C^2H^2\Theta)''\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2$	$\left.\begin{matrix}(C^2H^2\Theta)''\\ H\end{matrix}\right\}\Theta$ Cl	$(C^2H^2\Theta)''\,Cl^2$
Acido glicolico	Acido cloroglicolico (monocloracetico)	Bicloruro di glicolile
$\left.\begin{matrix}(C^3H^4\Theta)''\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2$	$\left.\begin{matrix}(C^3H^4\Theta)''\\ H\end{matrix}\right\}\Theta$ Cl	$(C^3H^4\Theta)''\,Cl^2$
Acido lattico	Acido clorolattico (monocloropropionico)	Bicloruro di lattile.

Anche nelle serie degli alcoli poliatomici esistono di tali composti intermedi. I primi furono ottenuti dal sig. Berthelot (1) che descrisse, sotto il nome di monocloridrina e di bicloridrina, dei composti intermedi fra la glicerina ed il tricloruro di glicerina (tricloridrina).

$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H^3\end{matrix}\right\}\Theta^3,$	$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2,$ Cl	$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H\end{matrix}\right\}\Theta,$ Cl^2	$(C^3H^5)'''\,Cl^3$
Glicerina	Monocloridrina	Bicloridrina	Tricloruro di glicerile.

Col glicole io ho ottenuto analogamente un composto intermedio che chiamai glicole cloridrico o monocloridrina di glicole.

Fra i composti metallici ve ne sono di quelli dotati di costituzione corrispondente, e si possono considerare come intermedii fra gl' idrati e i cloruri, bromuri, fluoruri.

Berzelius descrisse, sotto il nome d' ossi-fluoruro di ra-

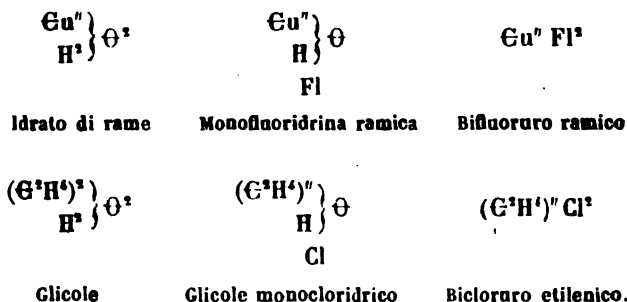
(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie, t. XLI, pag. 296.

me, un corpo ben cristallizzato del quale espresse la composizione colla formula Cu Fl, CuO, HO. Adottando per l' ossigeno e pel rame dei pesi atomici doppi degli equivalenti, questa formola diviene:

$$\text{Cu}''\text{O} \,.\, \text{HFl}$$

Fluoridrato d' ossido di rame.

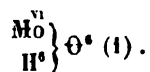
Ora è facile vedere come esistano fra questo corpo, l' idrato ed il fluoruro di rame, le stesse relazioni che esistono fra il glicole cloridrico, il glicole ed il cloruro d' etilene :

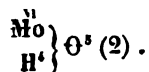
$\left.\begin{matrix}\text{Cu}'' \\ \text{H}^2\end{matrix}\right\}\text{O}^2$	$\left.\begin{matrix}\text{Cu}'' \\ \text{H}\end{matrix}\right\}\text{O}$ Fl	$\text{Cu}''\,\text{Fl}^2$
Idrato di rame	Monofluoridrina ramica	Bifluoruro ramico
$\left.\begin{matrix}(\text{C}^2\text{H}^4)^2 \\ \text{H}^2\end{matrix}\right\}\text{O}^2$	$\left.\begin{matrix}(\text{C}^2\text{H}^4)'' \\ \text{H}\end{matrix}\right\}\text{O}$ Cl	$(\text{C}^2\text{H}^4)''\,\text{Cl}^2$
Glicole	Glicole monocloridrico	Bicloruro etilenico.

Il sig. Debray (1) osservò il fatto importante che quando si riscalda l' acido molibdico in una corrente di gas cloridrico da 150 a 200°, si forma una sostanza bianca, cristallina, volatilissima. che è un cloridrato d' acido molibdico del quale egli esprime la composizione colla formola $\text{Mo}\,\text{O}^3,\text{HCl}$. Io considero questo corpo come una cloridrina molibdica e definirò nel modo seguente i suoi rapporti coll' idrato molibdico. Il molibdeno si può considerare come esatomico nell' acido molibdico

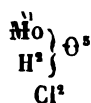
$$\text{Mo}\,\text{O}^3\;;$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1095

e l' idrato molibdico normale sarebbe :

$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Mo}\\ H^6\end{matrix}\right\}\Theta^6 \ (1).$$

Il sig. Debray descrisse il primo anidride di quest' idrato normale, cioè il biidrato.

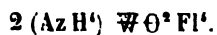
$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Mo}\\ H^4\end{matrix}\right\}\Theta^5 \ (2).$$

La cloridrina molibdica descritta dal sig. Debray deriva da questo biidrato :

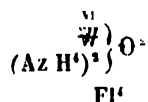
$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{Mo}\\ H^4\end{matrix}\right\}\Theta^5 \qquad\qquad \left.\begin{matrix}\overset{vi}{Mo}\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^5 \atop Cl^2$$

Biidrato molibdico — Bicloridrina molibdica.

In modo analogo si possono considerare i fluossitungstati del sig. Marignac. Questo chimico descrisse un fluossitungstato d' ammoniaca (3) di cui egli rappresenta la composizione, in equivalenti, colla formola :

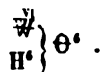
$$Az\ H^4,\ WO^2Fl^2.$$

Nella nostra notazione, adottando pel tungsteno il peso atomico 184, questa formola diventa:

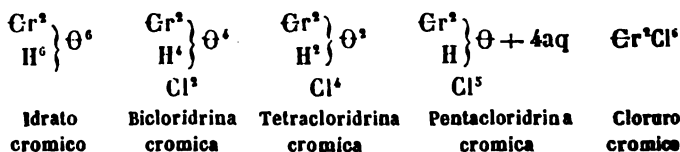
$$2\ (Az\,H^4)\ \text{\#}\Theta^2\,Fl^4.$$

Secondo il sig. Friedel, il corpo in discorso costituisce una fluoridrina tungstica :

$$\left.\begin{matrix}\overset{vi}{\text{\#}}\\ (Az\ H^4)^2\end{matrix}\right\}\Theta^2 \atop Fl^4$$

(1) Mo = 96.
(2) Mo O³ + 2 HO nella notazione antica.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie, t. LXIX, p. 66.

derivata dall' idrato

$$\left.\begin{matrix} \overset{vi}{W} \\ H^6 \end{matrix}\right\} \Theta^6 .$$

Gli altri fluossitungstati poi, descritti dal sig. **Marignac**, derivano da un idrato bitungstico.

Esistono pure cloridrine cromiche e cloridrine ferriche. In una memoria importante il sig. H. Schiff (1) fece giustamente osservare che gli ossicloruri idrati di cromo, ottenuti dal sig. Moberg, disseccando il percloruro idrato, derivano dall' idrato cromico in seguito alla sostituzione di più atomi di cloro a più gruppi $H\Theta$.

$\left.\begin{matrix} Gr^2 \\ H^6 \end{matrix}\right\} \Theta^6$	$\left.\begin{matrix} Gr^2 \\ H^4 \end{matrix}\right\} \Theta^4$ Cl^2	$\left.\begin{matrix} Gr^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} \Theta^2$ Cl^4	$\left.\begin{matrix} Gr^2 \\ H \end{matrix}\right\} \Theta + 4aq$ Cl^5	Gr^2Cl^6
Idrato cromico	**Bicloridrina cromica**	**Tetracloridrina cromica**	**Pentacloridrina cromica**	**Cloruro cromico**

Si sa d' altro canto che l' idrato ferrico si scioglie abbondantemente in una soluzione di cloruro ferrico. Gli ossicloruri, che così si formano e che furono trattati dal sig. Béchamp (2), sono senza dubbio cloridrine o piuttosto miscugli di cloridrine ferriche.

L' idrato metastannico si scioglie nell' acido cloridrico e la soluzione così ottenuta differisce notevolmente, secondo il sig. Rose (3), dalla soluzione acquosa del cloruro stannico. Si comprende infatti come, per l' azione dell' acido cloridrico sull' idrato metastannico, si possano formare delle cloridrine polistanniche. (V. pag. 77 del vol. XXV).

Esistono cloridrine condensate che derivano da alcoli

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie, t. LXVI, p. 142. Ottobre 1862.

(2) *Annales de chimie et de physique*, t. LVII, p. 286.

(3) *Poggendorffs Annalen*, t. CV, p. 564.

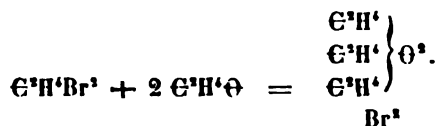
poliotilenici o poliglicerici. Così l'alcool dietilenico può dar origine a due derivati di questo genere, cioè:

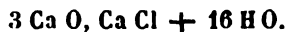
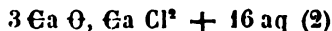
$$\left.\begin{array}{r}\text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{H}^4\end{array}\right\}\Theta^3 \qquad \left.\begin{array}{r}\text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{H}\end{array}\right\}\Theta^2 \qquad \left.\begin{array}{r}\text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{Є}^2\text{H}^4\end{array}\right\}\Theta$$

$$\qquad\qquad\qquad\quad \text{Cl} \qquad\qquad\qquad \text{Cl}^2$$

Alcool dietilenico — **Monocloridrina dell'alcool dietilenico** — **Dicloridrina dell'alcool dietilenico.**

Il secondo può essere riguardato come una combinazione d'ossido d'etilene e di cloruro d'etilene. Riscaldando per molto tempo il bromuro d'etilene coll'ossido di etilene, ottenni una piccola quantità d'un liquido bromato che presentava sensibilmente la composizione di ossibromuro d'etilene (1).

$$\text{Є}^2\text{H}^4\text{Br}^2 + 2\,\text{Є}^2\text{H}^4\Theta = \left.\begin{array}{r}\text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{Є}^2\text{H}^4\\ \text{Є}^2\text{H}^4\end{array}\right\}\Theta^2. \atop \text{Br}^2$$

I cloruri o bromuri d'ossidi della chimica minerale offrono costituzione analoga a quella di quest'ultimo corpo. Gli esempi seguenti daran rilievo a questa analogia.

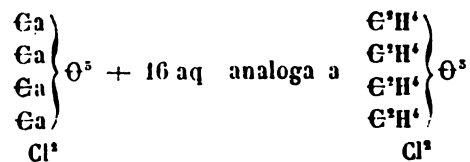
L'idrato di calce si scioglie in una soluzione di cloruro di calcio, ed il liquido alcalino convenientemente concentrato, depone raffreddandosi dei cristalli idrati cui H. Rose assegna la composizione:

$$3\,\text{Ca O, Ca Cl} + 16\,\text{H O}.$$

Nella nostra notazione questa formola diventa:

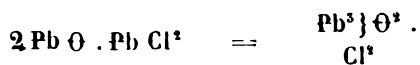
$$3\,\text{Єa}\,\Theta,\ \text{Єa Cl}^2 + 16\,\text{aq} \ (2)$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. LXIX, p. 342.
(2) $\text{Aq} = \text{H}^2\Theta$.

e si può scrivere:

$$\left.\begin{matrix} Ca \\ Ca \\ Ca \\ Ca \end{matrix}\right\} \Theta^5 + 16\,aq \quad \text{analoga a} \quad \left.\begin{matrix} C^2H^4 \\ C^2H^4 \\ C^2H^4 \\ C^2H^4 \end{matrix}\right\} \Theta^5$$
$$Cl^2 \qquad\qquad\qquad\qquad Cl^2$$

Dicloridrina
dell'alcool tetretilenico.

Vi sono degli ossicloruri di piombo dotati di costituzione analoga. Così la *mendipite*, che è un minerale ben cristallizzato, contiene:

$$2\,Pb\,\Theta\,.\,Pb\,Cl^2 \quad = \quad \begin{matrix} Pb^3 \} \Theta^2 \\ Cl^2 \end{matrix}\,.$$

(*continua*)

INFLUENZA DELLA CORRENTE ELETTRICA, SECONDO CHE È CONTINUA O INTERROTTA SULLE FIBRE MUSCOLARI DEI VASI E SULLA NUTRIZIONE; DEL SIG. ONIMUS.

(*Comptes Rendus*, Agosto 1867).

Si sa che la corrente elettrica continua fatta agire sui nervi del sistema ganglionare non produce le solite contrazioni al principio e alla fine del passaggio come sui muscoli, ma che stenta ad agire e poi agisce in modo continuo e dura anche cessata la corrente e sveglia i fenomeni propri degli organi su cui quei nervi operano; le palpitazioni del cuore crescono e così avviene dal moto vermicolare degl'intestini. Dopo le famose esperienze di Bernard e di Budge, si crede generalmente che l'azione dell'elettricità in questi casi si spieghi sulle fibre muscolari dei vasi sanguigni, determinando così delle differenze di diametro che modificano la circolazione sanguigna dei varii tessuti.

L'Autore conferma ed estende queste opinioni. Egli fa vedere che elettrizzando il gran simpatico con correnti interrotte o d'induzione si ottiene un abbassamento di temperatura che è dovuto alle contrazioni delle fibre muscolari dei vasi e quindi al loro ristringimento. Le correnti continue invece producono un aumento persistente di temperatura, perchè le fibre muscolari si rilasciano e i vasi crescono allora di diametro; perciò il sangue vi circola e vi accorre più abbondantemente.

Il Dott. Legros ha visto che le correnti elettriche continue producono l'erezione dei tessuti erettili. L'A. ha anche trovato che il passaggio continuo della corrente elettrica attraverso alla parte superiore del collo, produce un aumento di salivazione che dura per diversi giorni dopo il passaggio dell'elettricità.

Queste ricerche dovrebbero essere continuate agendo colla corrente elettrica sui gangli dei diversi organi per un tempo molto lungo e determinando nello stesso tempo la qualità e la natura dei liquidi delle secrezioni. È probabile che oltre al rimanere dimostrato che l'azione continua o interrotta dell'elettricità su quei nervi, si spiega principalmente cogl'effetti determinati nelle fibre muscolari dei vasi sanguigni, vi sia anche un'azione chimica diretta dell'elettricità stessa e così si giunga a scoprire che l'elettricità interviene direttamente nella varia natura chimica dei liquidi delle secrezioni.

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del NUOVO CIMENTO si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80
Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . . . 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, ossia una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

Le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *L. Ungher* — *Tipografia Pieraccini*, od a Firenze al sig. *Andrea Brouzet*.

IL NUOVO CIMENTO

[GIO]RNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa

NELL' ANNO 1844

[D]AI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA

E CONTINUATO

DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE e NATURALI

DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXVI.

NOVEMBRE E DICEMBRE

(Pubblicato il 31 Dicembre 1867)

1867.

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

INDICE

ANCORA SU LA PRODUZIONE DEGLI INFUSORI IN LIQUIDI BOLLITI; NOTA DEL PROF. GIOVANNI CANTONI, LETTA NELL' ADUNANZA DEL 22 AGOSTO 1867 DEL R. ISTITUTO LOMBARDO.

Assecondando il grazioso invito fattomi dal collega Balsamo Crivelli a proposito delle esperienze di Donné, rinnovate e variate da lui insieme col Dottor Leopoldo Maggi, sulla produzione dei bacterj e vibrioni a mezzo delle sostanze organiche contenute nel tuorlo dell'uovo, io stimai essere innanzi tutto opportuno di antivenire le opposizioni che potrebbersi muovere dai panspermisti a talune esperienze de' miei colleghi. Ben era convinto che gli ingegnosi apparecchi de' quali si valsero, tuttochè un po' complicati nella forma, sottoposti essendo in ogni parte alla temperatura dell'acqua bollente, non lasciavano campo a serie objezioni. Volli tuttavia ripetere colla natura del liquido da essi adoperato quelle prove che nei due anni or trascorsi ebbi ad eseguire coi colleghi Mantegazza ed Oehl. Laonde, confortato dall'opera assidua ed intelligente dello stesso Dottor Maggi, dai dotti consigli del Professor Balsamo e dall'ajuto del mio assistente Dottor Paolo Cantoni, intrapresi non poche serie di esperimenti e di osservazioni.

Epperò credetti opportuno di adoprare, come allora, palloncini preparati al modo dello Spallanzani, poichè con essi può ben ripetersi l'esperienza di Donné, anzi in condizioni certamente più semplici e rigorose.

Il tuorlo di un uovo, appena deposto dalla gallina, viene

sciolto in acqua distillata nel rapporto di 1 a 5 in peso. La soluzione così ottenuta vien introdotta in palloncini della capacità di 150 a 200 centimetri cubi, in tal misura da empirne meno che un decimo del vano; allora il collo, già prima affilato, del palloncino, vien suggellato ermeticamente, cioè colla fusione del vetro stesso.

Per tal modo si evitano tubulature, chiavi e tappi, che lasciano sempre in qualche dubbio che alcuna parte dell'apparecchio non abbia subìta la conveniente temperatura per distruggervi i germi atmosferici. Poichè il palloncino venendo interamente sommerso nell'acqua d'una pentola mantenuta in ebollizione per 20′ a 30′, si ha la certezza che tanto l'aria quanto il liquido racchiusi nel palloncino provarono la temperatura istessa dell'involgente acqua della pentola; nè si può objettare che i germi atmosferici siano nei palloni penetrati per ulteriori maneggi sperimentali.

Quando la temperatura dell'ambiente stia compresa tra 21° e 25°, trascorsi che sieno due giorni dalla preparazione, si può esser certi che, rompendo l'estremo acuminato del palloncino, e versando una goccia del liquido contenuto, osservato di subito con microscopio (che dia un ingrandimento di oltre 300 volte), vi si scorgeranno numerosi e vivaci vibrioni, già cresciuti a notevoli dimensioni, in un con minuti granuli vitellini e con minute vescicole di materia grassa, dotati sì gli uni che le altre di un distinto moto brauniano. Il tuorlo dell'uovo così stemperato nell'acqua distillata dà sempre luogo per primo al *vibrio bacillus*, tanto se codesto liquido venga introdotto a freddo nei palloncini innanzi di chiuderli, quanto ancora se venga prima scaldato fino al coagulo, oppur anco filtrato per tela fitta o per carta emporetica. Ed è cosa notevole che, nelle predette condizioni di temperatura, è sempre il *vibrio bacillus* l'infusorio che appare per primo, tanto in questo liquido quanto in quelli assoggettati l'anno scorso alle stesse prove, cioè nel sugo di carne muscolosa e nel decotto di polposa zucca (1).

L'unica differenza ravvisata nelle soluzioni di tuorlo d'uo-

(1) Vedi *il Nuovo Cimento*, Tom. XXIII-IV pag. 188.

vo variamente preparate, fu questa, che, a parità di temperatura nell'ambiente, la prima comparsa del *vibrio* risulta più pronta, ove la soluzione sia stata preventivamente condotta a più alta temperatura. Per esempio, disponendo in una serie di bicchierini, similmente esposti all'aria la stessa soluzione di tuorlo, qua non iscaldata punto, là scaldata dolcemente a 55°, altrove a 70°, a 85°, a 95° e fino a 100°, la soluzione lasciata a freddo e quella scaldata a 55° saranno le ultime a dare vibrioni, mentre quelle scaldate a 95° ed a 100° saranno le prime, colla differenza talora di un giorno od almeno di dodici ore. I *vibrio bacillus* che primi si mostrano dopo 18 ore dalla ebollizione, hanno dimensioni notevoli; molti stanno riuniti tra loro a due, a tre su d'una stessa linea; altri si muovono isolati, ed altri si veggono aggruppati fra loro, così che, a prima giunta, sorge dubbio se sieno nidi di vibrioni in via di scissione, oppure cadaveri di individui che si uniscano alla superficie del liquido a formare quel mirabile intreccio di filamenti, che poco tempo di poi si scorge distintissimo nella superficie stessa, produzione vegetale che ha nome *leptothrix*.

Analoghe prove si ripeterono sciogliendo l'albume dell'uovo in acqua distillata, e versandone poi in diversi bicchierini, dove non iscaldato punto, e dove scaldato a varie temperature, come si disse sopra per la soluzione di tuorlo, e si ebbero analoghi risultati, lasciandoli similmente esposti all'aria libera: fuorchè le soluzioni di albume furono più tarde di quelle di tuorlo a manifestare esseri organizzati, ed alcune di esse, insieme coi vibrioni, diedero sino dai primi giorni non pochi bacterj.

Ora, tornando al mio argomento, cioè alla dimostrazione che i vibrioni si ottengono anche da liquidi lungamente scaldati a 100°, senza ulteriore commercio coll'aria esterna, dirò che io stesso rimasi sorpreso, aprendo uno di questi palloncini ermeticamente suggellati appena 22 ore dopo che fu bollito, nel vedervi un numero grandissimo di *vibrio bacillus* a moti vivacissimi, e non pochi di quegli intrecci di vibrioni che sopra indicai. Tanta copia di esseri organizzati prodotta in meno di un giorno da un liquido al quale si può dire essersi applicato il metodo di Appert, è veramente un fatto degno di considerazione!

E si noti che lo stesso liquido, non però bollito, ma lasciato entro un bicchierino all' aria libera per lo stesso tempo e nelle stesse condizioni del resto, presentava una quantità di vibrio relativamente minore.

Dopo due giorni poi, tanti altri palloncini, preparati ed aperti similmente, diedero analogo risultato, purchè la temperatura dell' ambiente si tenesse superiore ai 20°. Eppure alcuni di essi furono mantenuti alla temperatura d'ebollizione per un' ora intiera, onde toglier di mezzo anche l' obbiezione che sarebbesi potuto ritrarre dalle sperienze di Spallanzani (1).

Or questo risultamento, mentr'è in accordo colle mie sperienze de' precedenti anni e con quelle di Fremy, di Mantegazza e di Donné, riesce in aperta contraddizione con talune esperienze del Pasteur, più speciose che severe, le quali pur fecero tanta impressione su gli scienziati, che ancor oggi le si ricordano dai sostenitori della panspermia siccome decisive. Quando una data soluzione di materie organiche produce i vibrioni in un palloncino che prima e dopo la bollitura sta ermeticamente chiuso ai germi atmosferici esterni, potrà credersi che la stessa soluzione non valga a produrli, quando si trovi in un palloncino entro cui, al cessare dell' ebollizione, l' aria esterna sia lasciata rientrare solo per un' angusta e difficile via? Potrà credersi cioè che, filtrando l'aria attraverso uno strato di cotone, oppure lunghesso un cannello capillare a più ripiegature, s'impedisca la formazione dei vibrioni meglio che rinserrando nei palloni stessi una limitata porzione d'aria, la quale è pure mantenuta a lungo alla temperatura di ebollizione? Fatto è che ripetendo gli esperimenti colle nostre soluzioni, anche sotto queste forme, noi ottenemmo sempre i vibrioni, del pari che ne' palloni al tutto chiusi.

Ripetemmo altresì le prove con molti palloncini a collo sottile e diritto, alcuni lasciati aperti dopo la bollitura, altri suggellati poco dopo che la bollitura aveva cessato, altri durante una piena ebollizione, e tutti egualmente, dopo due giorni, ci presentarono i vibrioni, sebbene in alcuni di essi poca aria fosse rimasta, perchè suggellati mentre il loro vano era ancor

(1) Veggasi la sovracitata Memoria sui vibrioni.

investito dal vapore acqueo avente la stessa forza espansiva dell'aria atmosferica.

Si avverta però essere condizione indispensabile per la riescita di queste prove che le soluzioni contengano gran quantità di sostanza organica; chè altrimenti, se esse sono molto diluite, si avranno risultati negativi, come li ebbero Spallanzani, Pasteur, e da ultimo il Cavalleri. Ma di ciò dissi a sufficienza nella mia memoria sovra ricordata.

Volli di poi verificare se la detta soluzione fosse ancora atta a produrre vibrioni, scaldandola a temperature superiori a 100°; giacchè l'anno scorso li aveva pur così ottenuti col sugo di carne e col decotto di zucca molto concentrati.

La prima prova venne fatta con palloncini contenenti la soluzione di tuorlo d'uovo, e suggellati a fusione di vetro, i quali furon posti in una pentola papiniana, e quivi mantenuti a 108° per 15'. Aperto uno di essi, trascorsi appena due giorni, presentò un gran numero di *vibrio bacillus*, e tutti molto vivaci.

Una così ricca produzione di vibrioni in un liquido bollito a 108° mi richiamò a mente le conclusioni della predetta Memoria, dove accennavo che forse la temperatura limite per lo sviluppo dei vibrioni, la quale operando nei primi giorni del Settembre scorso ci apparve essere intorno a 110°, potesse riescire più alta quando si ripetesse la prova con temperature dell'ambiente superiori a 25°, e che forse poi codesta temperatura limite potesse risultare diversa con differenti soluzioni organiche.

Laonde ci accingemmo a nuove serie di prove con temperature più alte, e procedemmo innanzi gradatamente, onde meglio riconoscere le condizioni contrarie alla produzione degli infusorj.

Due palloncini a parete robusta, contenenti la solita soluzione di tuorlo, e chiusi dapprima ermeticamente furono scaldati per 15' entro pentola papiniana a 109° (1).

(1) Qui, come nelle altre analoghe esperienze, il tempo indicato per lo scaldamento dei palloncini entro la pentola papiniana veniva contato solo da quando questa aveva raggiunta la temperatura stessa. E questa temperatura era calcolata in riguardo alla pressione che si applicava su

Uno di essi, aperto due giorni dopo, presenta non pochi *vibrio bacillus*, alcuni assai lunghi, formati cioè da due o tre articoli, insieme congiunti rettilineamente; altri congiunti a modo di spira (che potrebbersi dire *vibrio serpens*), ed altri piccoli, cioè ad un solo articolo; ma tutti assai vivaci. Vi si scorgevano altresì talune grandi vescicole di vario aspetto, alcune oblunghe, altre anulari, altre a due, a tre anelli insieme uniti, le quali dai naturalisti tedeschi sono chiamate *hefezellen* (cellule del fermento) e che noi diremo i *protei vegetali*, tanto varia è la loro forma.

L'altro palloncino venne aperto sei giorni dopo, e presentava ancora non pochi e vivaci *vibrio bacillus*, alcune delle cellule sovradette, e di più parecchi *oidium albicans*, vegetale che sembra derivare dalle vescicole del proteo.

Due altri palloni furono scaldati per 15' a 110°. Uno di essi, aperto dopo due dì, presenta le stesse forme mobili del primo dei predetti palloncini aperto nello stesso giorno; fuorchè tanto i vibrio, quanto i protei vi appajono in maggior numero. Il dì seguente si aprì l'altro di questi palloncini, ed oltre ai vibrio vivacissimi ed alle cellule del proteo vi apparivano le forme più complesse dell'*odium albicans*.

Altri due palloncini vennero mantenuti per 15' a 112°, e due altri a 113°. Trascorsi due giorni, si apre uno dei primi, il quale offre molti vibrioni, alcuni articolati ed altri semplici, assai vivaci, molte vescicole proteiformi, e qualche *oidium*. Aperto tosto dopo anche uno dei palloncini scaldati a 113°, presenta, non pochi vibrio articolati, molti piccoli e mobilissimi, ed alcune vescicole del proteo. Il secondo dei palloni bolliti a 113° aperto dopo cinque giorni presenta ancora molti *vibrio bacillus* ed alcuni granuli ovoidi, che sembrano spore del *leptomytus*. Trascorsi dodici giorni si aprì l'altro dei bolliti a 112°, il quale presentò non molti vibrioni piccoli e poco mobili, buon numero di cellule del proteo, qualche oidio, alcuni cristalli di margarina e parecchie grandi vescicole racchiudenti granuli. La scarsezza e poca mobilità dei vibrio, la reazione leggermente alca-

la valvola, e la si riscontrava anche con un termometro posto in robusta tubulatura metallica penetrante nel cavo della pentola.

lina e l' odore acre di questa soluzione mostrava che in essa, pel trascorrere dei giorni, era venuta meno la vita.

Codeste prove ci eccitarono a farne altre a temperature superiori. Perciò due palloncini vennero mantenuti per 20′ a 115°, e poscia altri due e per lo stesso tempo a 117°. Uno dei primi, aperto trascorso appena un giorno, offre molte vescicole proteiformi, alcune delle quali passano all' oidio, molti granuli liberi, ed altri riuniti a forma bacillare, dotati di esteso moto brauniano, ma nessun vibrio vivo. La stessa soluzione esaminata il dì successivo offre molti vibrioni articolati, molti protei e parecchi oidio. Allora si aprì uno dei palloni scaldati a 117°, e subito presentò buon numero di *vibrio bacillus* assai vivaci, molte vescicole del proteo, qualche oidio e gruppi di vibrioni che fanno passaggio al *leptothrix*. Però i vibrioni mobili sembrano più sottili di quelli dati dalle soluzioni precedenti. Nel terzo giorno dalla bollitura si apre l'altro dei palloni scaldato a 115°, dove si scorgono *vibrio bacillus* e *vibrio serpens* in qualche numero, insieme con vescicole proteiformi. E nello stesso dì, aperto anche l'altro palloncino bollito a 117°, vi si rinvengono *vibrio bacillus* piccoli ma numerosi, qualche *vibrio serpens*, non poche vescicole proteiformi, e minuti granuli vibranti.

Furono in seguito preparati, sempre colla stessa soluzione di tuorlo, due palloncini scaldati a 121°. Uno di essi aperto dopo tre giorni non presentò vibrioni e soltanto granulazioni libere, vescicole adipose ed alcune goccie oleose. Anche l'altro aperto il dì successivo non diede vibrioni. Perciò si prepararono altri due palloni a 118°, e due a 120°. Ma ancor questi, aperti due o più giorni dopo la bollitura, presentano soltanto granulazioni isolate e mobili, vescicole adipose e goccie oleose, senza indizio di vibrioni: fuorchè in quelli aperti oltre i tre giorni si rinvennero pure non poche vescicole del proteo, ed alcuni *oidium*, tanto a 118° quanto a 120°.

Pertanto, colla soluzione del tuorlo d'uovo e con temperature dell'ambiente comprese tra 24° e 27°, la temperatura limite per lo svolgimento dei vibrioni sembra essere quella di 117°, superiore d' assai a quella trovata nello scorso anno per il sugo di carne ed il decotto di zucca.

Dobbiamo però notare che ancor questi palloni, lasciati aper-

ti per alcuni giorni, manifestarono i vibrioni e quindi anche i rami del *leptothrix*, ma con un ritardo maggiore in quelli scaldati più oltre. Il che si verificò con altri palloni scaldati a 125° ed a 130°. Così per uno di quelli scaldati a 125° trascorsero quattro giorni da che fu aperto innanzi presentare il *vibrio bacillus*.

Potrebbesi adunque dubitare che la mancanza dei vibrioni nei palloncini scaldati oltre ai 117°, al primo loro aprirsi, provenisse da una soverchia diminuzione dell'ossigeno atmosferico in essi rinchiuso e fissatosi colle sostanze organiche, siccome i chimici asseriscono accadere nel processo raccomandato da Appert per la conservazione di alcune sostanze commestibili. Poichè è facile il ritenere che questa ossidazione delle sostanze organiche coll' ossigeno dell' aria accada per le soluzioni scaldate a 120° ed a 125° in una misura ben maggiore che a 100°. Ma su di ciò ci proponiamo di fare ulteriori ricerche.

Sonosi fatte alcune prove anche con soluzioni di solo albume. Due palloni scaldati a 110°: aperto uno di essi dopo tre dì, presentò molti vibrio, anche articolati, e molti vibrio-spore tra loro intrecciati, e l'altro aperto al quinto giorno presentò cadaveri di *vibrio bacillus*, non pochi vibrio-spore non mobili, e traccie di *leptomytus* con ispore. Due altri palloni furono scaldati a 113°: apertone uno dopo due dì, offre granuli minutissimi e molto mobili, mentre il dì successivo presenta alla superfice dei rudimenti di *leptothrix*, e qualche scarso *vibrio bacillus* poco mobile, quasi nuotasse in soluzione vischiosa. Il secondo di questi palloni, aperto dopo quattro giorni dalla bollitura, oltre ai predetti granuli minuti e mobilissimi, mostra non pochi vibrio pressochè immobili.

Quanto all'altra delle succennate quistioni, se cioè la temperatura limite per la produzione dei vibrioni sia differente con diverse soluzioni, a pari condizioni nel resto, abbiamo, colle norme usate nello scorso anno, preparati due palloncini con sugo di carne, e due altri con decotto di zucca, e si mantennero per 20' a 114° sì gli uni che gli altri. Dopo due dì, aprendo uno dei primi presentò solo informi detriti di fibre e membrane, nessun globulo vibrante e nessuna forma organizzata. Lo stesso risultato negativo ci presentò uno de' palloncini col decotto di zucca aperto nello stesso giorno. Anzi que-

sti due palloncini, benchè aperti, non presentavan traccie nè di vibrioni nè di protei nel dì successivo; nel quale poi si vollero aprire anche gli altri due lasciati chiusi, e questi pure diedero un risultato negativo; nel mentre un palloncino preparato colla solita soluzione di tuorlo scaldato a 116° nello stesso giorno dei precedenti, aprendolo, presentò vibrioni in buon numero, ed alcuni già intrecciati fra loro a forma di *leptothrix*.

Quindi assoggettai questi liquidi ad altra prova con più basse temperature. Furono scaldati e mantenuti a 112° per 15' due palloni contenenti sugo di carne, e due altri con decotto di zucca. Uno dei primi, aperto dopo due giorni, presentava solo alcuni detriti ed ammassi di fibre e membrane, e nessun vibrio: ma il dì seguente offrendo esso molti vibrio isolati ed articolati, si aperse l'altro pallone, il quale li presentava forse più numerosi che nel primo, e giunti ad un più alto periodo di sviluppo, poichè molti di essi già si erano uniti a formare rami di *leptothrix*, alcuni dei quali portavano quei granuli ovoidi, che ben si ponno dire spore. Invece entrambi i palloni con decotto di zucca diedero soltanto detriti e rari granuli vibranti, ma nessuna forma bacillare, nessun vibrio, nessun proteo, benchè uno di essi venisse aperto tre giorni dopo la bollitura, e l'altro dopo quattro dì. Anzi il primo di questi, sebbene aperto, stette due giorni innanzi di produrre vibrioni.

Ma, avendo poi sottoposto a prova, in luogo del solito decotto diluito di zucca, il sugo tratto dalla zucca stessa colla semplice pressione, e perciò più ricco di materia organica, in due palloni scaldati a 110° per 20' mostrò dopo tre dì una ricca pellicola superficiale di vibrionidi e *leptothrix;* ed anco in due altri palloni scaldati a 112°, dopo due giorni, presentò torbido il liquido, traccie di pellicola, e moltissimi vibrioni assai vivaci. Laddove poi lo stesso sugo, scaldato a 113°,5 in altri due palloni, che vennero aperti dopo tre e quattro dì, diede liquido ancor chiaro, nessun indizio di vibrioni, soli detriti di membrane e di cellule vegetali, e qualche globulo oscillante.

Anche il decotto di fave, nelle condizioni stesse in cui fu preparato per le prime serie di esperienze fatte col Prof. Oehl, scaldato a 110° in due palloni, chiusi al solito a fusione di vetro, dopo due giorni, presentò una sottil pellicola di vibrionidi e moltissimi vibrioni lunghi e vivaci.

Venne infine messo a prova il latte puro e fresco, dato da ben nutrita vacca. In due palloni fu scaldato a 112°,e trascorsi appena due giorni, offerse, insieme con moltissimi globuli grassi non modificati, buon numero di vibrioni, alcuni lunghi ed articolati, e più altri mezzani e corti, ma tutti molto vivaci. In altri due palloni scaldati a 113°,5, dopo due dì, produsse ancora non pochi vibrioni. Però, in due altri palloni scaldati a 114°.5, codesto latte non presentò indizio alcuno di vibrioni benchè uno di essi fosse aperto dopo quattro dì, nè questi infusori vi apparvero di poi, anche trascorsi tre altri giorni dall'aprimento dei palloni. Offriva invece gran numero di granuli minutissimi e dotati d'un vivo moto vibratorio, come quelli accennati sopra nella soluzione di albume scaldato a 113° (1).

Questi fatti vengono a schiarirne altri, che mi parevano incerti, avuti nello scorso anno, sperimentando col Prof. Oehl. Allora, negli ultimi giorni d'Agosto, eransi ottenuti vibrioni da un capace palloncino con sugo di carne, scaldato e mantenuto a 112° per un quarto d'ora: ma, avendo ripetuta la prova nei primi di Ottobre, ed essendo questa riescita negativa, abbiam creduto prudente il dire — come feci nella mia nota — che il limite di produttività dei vibrioni col sugo di carne fosse a 110°. Ora s'intende che la seconda prova riescì negativa solo perchè la temperatura dell'ambiente era in quei dì rapidamente diminuita. Anzi i precedenti fatti ci spiegano altresì perchè, sin da due anni or sono, collo stesso Prof. Oehl, sperimentando nella seconda metà di Ottobre, quando la temperatura dell'ambiente era scesa presso i 15°, alcuni palloncini suggellati e scaldati solo a 100° ci dessero risultanze negative, mentre in alcune prove fatte prima, con più caldo ambiente e collo stesso decotto, eran riescite quasi tutte affermative.

(1) Questo latte di ottima qualità, presentò pure, come le soluzioni di tuorlo e di albume, il curioso fatto che il liquido bollito a 100° produce prima ed in maggior numero i vibrioni che non faccia lo stesso liquido non iscaldato punto, lasciando esposti l'uno e l'altro similmente all'aria, sotto semplice campana ; sebbene quest'ultimo, il latte non iscaldato, inacidisca più presto, e dia maggior numero di globuli grassi trasformantisi in cellule allungate ed in micelio di mucedinee. Laddove altro latte meno fresco e meno buono lasciò svolgere i vibrioni prima nel liquido non iscaldato che in quello bollito.

Ora, dall' insieme delle discorse sperienze, parmi si possan trarre le seguenti proposizioni :

1.° La temperatura limite, per la quale cessa la produzione dei vibrioni in una soluzione di materie organiche, varia colla natura di queste materie disciolte, colla quantità relativa delle materie stesse rispetto a quella del solvente, e colla temperatura dell' ambiente in cui si conservano i palloni dopo lo scaldamento.

2.° Quando la temperatura dell' ambiente si mantenga tra 24° e 27°, quando la soluzione sia ricca di materia organica, e quando il volume dell' aria rinchiusa nel pallone in un col liquido abbia un volume non minore di dieci volte quello del liquido stesso, lasciando trascorrere soli due giorni, si ottengono in buon numero e molto vivaci i vibrioni (*vibrio-bacillus*), anche scaldando a 117° la soluzione di tuorlo d' uovo in 5 parti d' acqua, a 113°.5 il latte vaccino fresco, a 113° una soluzione d' albume d' uovo in 5 parti d' acqua, a 112° un decotto di carne bovina in 2 parti d' acqua ed il sugo spremuto da una zucca matura, ed a 110° un decotto di zucca con due parti d' acqua.

3.° La soluzione di tuorlo d' uovo, scaldata anche a 120° ed a 125° produce tuttavia le vescicole del fermento (*hefezellen*) e l' *oidium albicans.*

4.° Se la temperatura dell' ambiente è compresa tra 15° e 20°, il sugo di carne cessa di dar vibrioni a 110° ed il decotto di zucca a 108°. A temperature d' ambiente minori di 15°, e più se la soluzione contiene solo scarsa quantità di materia organica, la temperatura limite per la produzione del *vibrio-bacillus* può discendere a tal punto da mancare anche colla semplice ebollizione a 100°. Son queste le condizioni dei risultati negativi avuti da Spallanzani, da Milne Edwards, da Pasteur e da Cavalleri.

5.° Colle predette soluzioni molto cariche di sostanze organiche, la filtrazione dell' aria attraverso al cotone o ad un cannello capillare sinuoso non vale ad impedire la produzione del *vibrio-bacillus*, almeno quando per tali soluzioni non si oltrepassino le temperature per esse rispettivamente suindicate al n.° 2.

6.° I cadaveri del *vibrio-bacillus*, raccogliendosi alla superficie del liquido, danno luogo alla formazione del *leptothrix* e dei *vibrio-spore*.

7.° Non mai si presentano in questi palloni chiusi infusorj ciliati.

Ora questi fatti non sono certo favorevoli alla teoria dei germi, i quali ragion vorrebbe che avessero a perire sotto una data condizione di temperatura (1).

Ed è pur notevole che nella soluzione di tuorlo scaldato oltre i 117°, i granuli vitellini e le vescicole grasse si veggono in gran parte ridotte a dimensioni estremamente minute, sicchè a ben discernerli occorrono ingrandimenti superiori a 500, e allora presentano un moto di danza tanto rapido ed esteso, che facilmente potrebbe dirsi un moto vitale anzichè un moto brauniano. Or queste condizioni di attenuazione e di mobilità delle parti organiche sembrano crescere ben rapidamente coll'aumentare la temperatura, tantochè fra 120° e 125° non vi sono più granuli o vescicole che abbiano resistito a codesta suddivisione, che noi saremmo tentati di chiamare *dissociazione* degli elementi organici (2).

E qui mi permetterete un riflesso. Vero è che, a giudizio del termometro, poca differenza vi ha tra il liquido scaldato piuttosto a 118° che a 120° od a 125°. Ma trattandosi di acqua qual solvente della materia organica, è da badare che per questi piccoli incrementi di temperatura essa offre ragguardevoli incrementi nella sua forza evaporante, che è quanto dire, nella forza viva libera delle sue molecole, poichè da 118° a 120° la forza espansiva massima del vapore acqueo (quella appunto che misura la forza evaporante del liquido) cresce di mill. 92, e di altri mill. 252 passando a 125°. E così la forza dissolvente dell'acqua andrà crescendo a misura della eccedente forza viva

(1) Si ponga mente che la soluzione la quale (il sugo di zucca) sino a 110° si mostra la più feconda di vibrioni, è pur quella che perde a meno alta temperatura la facoltà di produrli; massime in confronto alla soluzione di tuorlo ed al latte, che sono liquidi molto meno produttivi di vibrioni a temperature minori.

(2) La stessa condizione di divisione e di movimento fu osservata, come si disse sopra, nei globuli del latte scaldato a 114°,5.

molecolare, a trattenere la quale si contrappone la esterna pressione del vapore diffuso nel restante vano del pallone, e quindi la efficace resistenza delle pareti vitree. In fatto per quest'ultime prove fummo costretti ad usare palloncini a pareti grosse, mentre troppi se ne spezzavano di quelli a pareti sottili che prima usavamo. Poichè nell'interno di codesti palloni, oltre la forza espansiva propria del vapore che uguaglierà la pressione che si esercita al difuori di essi dal vapor acqueo diffuso nella pentola (di circa due atmosfere), vi sarà la pressione dell'aria in essi rinchiusa allo stato di densità dell'esterno ambiente, cresciuta poi di oltre un terzo di atmosfera per l'aumento di temperatura (da 20° a 120°); epperò in totale la soluzione sopporterà una pressione di più che tre atmosfere.

E qui devo richiamare una esperienza, analoga ad altre fatte già col collega Oehl, per dimostrare che la soluzione così sovrascaldata, sebbene non si presti direttamente alla produzione degli infusorj, è tuttavia un'ottima materia alimentare per gli infusorj stessi. Uno dei palloni scaldati a 125°, il quale, aperto due giorni dopo la preparazione, non presentava alcuna forma organizzata, e soltanto la materia organica dissociata che si disse sopra, fu lasciato aperto per tre giorni consecutivi, e nondimeno esaminando ogni dì il liquido, non offerse mutazioni sensibili, benchè i germi atmosferici potessero liberamente penetrare nel pallone per l'apertura praticata all'estremo del suo collo.

Codesto liquido così restio ad organizzarsi fu allora versato in due bicchierini ben puliti e lasciati all'aria libera, coprendoli semplicemente con una campana, per diminuire la caduta in esso dei pulviscoli atmosferici. Però in uno dei bicchierini fu immersa l'estremità di uno spillo di vetro intriso appena in altro liquido, in cui avevan prospera vita bacterj e vibrioni. Osservato il dì appresso il liquido di quest'ultimo bicchierino, era alla lettera zeppo di codesti infusorj, e tutti vivacissimi, mentre il liquido dell'altro offriva, come il giorno innanzi, sola materia dissociata. E così esso si mostrò infecondo per altri due giorni, sebbene il bicchierino fosse soltanto ricoperto da una campanella, dalla quale anzi veniva tratto tratto levato per le osservazioni. Se codesto liquido si mostra tanto

ferace, quando in esso vi si semina qualche bacterio o vibrione, perchè non si presterà allo svolgimento dei germi bacterici e vibrionici che, secondo i panspermisti, devono in buona copia essere caduti sulla superficie libera di quel liquido nel decorso di tre giorni?

S'io non m'inganno, questa esperienza costituisce una grave obiezione per la panspermia.

Alla quale dottrina possiamo muovere altre difficoltà. Se realmente sono i germi degli infusorj che dall'aria cadendo nei liquidi li rendono fecondi di questi esseri, e se l'organismo di codesti germi non può differire gran fatto nella sua costituzione da quello degli stessi bacterj e vibrioni, come accade che quei germi resistano entro l'acqua scaldata a 116° e a 117° per ben 20' senza disorganizzarsi, quando i bacterj ed i vibrioni si riducono cadaveri, o si disgregano scaldandoli solo a 100° e per soli 5'? Anzi abbiamo ultimamente verificato che un liquido in cui vivevano in gran numero bacterj e vibrioni, scaldato e mantenuto per 5' soltanto ad 80°, perdette tosto ogni traccia di vita (1), benchè poi nel giorno appresso nuovi esseri consimili venissero a costituirsi. Anche le vescicole proteifor-

(1) Io devo credere che anco i germi nuotanti nell'aria rinchiusa nei palloncini suggellati non possono lasciar di perire scaldando questi a 100°, poichè entro l'aria satura di vapore acqueo alla densità corrispondente ad una atmosfera di tensione, non ponno trovarsi in condizioni migliori per la loro conservazione, di quel che sieno i germi nuotanti nel liquido; e quindi non ci si potrà obiettare che i predetti germi non perdono la loro condizione vitale nemmeno a 119°, poichè Pasteur provò questo soltanto pei germi tenuti nell'aria secca. Ora avendo lo stesso Pasteur d'altra parte provato che i germi stessi perdono ogni produttività scaldandoli nell'aria secca a 127°, io mi credo autorizzato a ritenere che essi perdano la vitalità anche a temperature inferiori a 119°, stando nell'aria così piena di vapor acqueo, quando veggo che i bacterj ed i vibrioni muoiono nell'acqua a 80°. Nè vale il dire che i germi di questi esseri, siccome più minuti di essi, possano meglio sfuggire all'azione del calore, poichè, all'opposto, questo opera più efficacemente sui corpi più piccoli, in quanto presentano, proporzionatamente al volume, una maggiore superficie. Epperò non ci sarebbe altro scampo che il supporre profondamente diversa l'organizzazione di codesti germi, a confronto di quella pur tanto semplice dei predetti infusorj.

mi (*hefezellen*) e l'*oidium albicans* sovra accennati, si estinguono scaldandoli per pochi minuti a 100° soltanto.

Ed è pure notevole quest'altra esperienza. Una soluzione di tuorlo d'uovo, la quale coll'aggiunta di alcune goccie di etere aveva fatto luogo per molti giorni a bacterj, senza mai traccie di vibrioni, e che ancora conteneva moltissimi bacterj, venne scaldata per 10' a 100° in palloncino suggellato, sicchè i bacterj erano interamente scomparsi da quel liquido. Ma aprendo il dì seguente lo stesso pallone, vi si rinvennero non pochi *vibrio bacillus*, senza traccia di bacterj, cioè quella soluzione avea riprese le consuete condizioni delle altre soluzioni di tuorlo, le quali ebbero sempre per primo a dare i *vibrio bacillus*. Dunque non solo a 100° muoiono i bacterj vivi, ma perir devono anche i loro germi che nel predetto liquido dovevano abbondare, se pure i bacterj si riproducono per germi (1). Altra volta fu presa una soluzione, la quale essendo stata per molti giorni in un bicchiere esposta all'aria libera ed al sole, non dava più indizio di vita, cioè non vi si scorgevano nè vibrioni nè bacterj; e fattala bollire per 5' in boccia chiusa, aprendo poi questa il dì seguente, presentava non piccol numero di vibrioni, quasichè la bollitura avesse ridato a quel liquido la virtù produttrice degli infusorj. Ora io dico: se questa soluzione pur stando all'aria, esposta alla pioggia dei germi atmosferici, non valeva a farli sviluppare, quasi avesse perduta ogni virtù nutriti-

(1) Avendo posto un tuorlo d'uovo compito, colla propria membrana intatta, entro un bicchierino con acqua distillata, sicchè per osmosi il tuorlo si gonfiava d'acqua, osservammo il dì appresso il liquido esterno, nel quale s'era disciolto un po' d'albume che aderiva alla detta membrana, e vi trovammo non pochi bacterj. Il dì successivo i bacterj erano cresciuti; ma nessun vibrio nel liquido esterno. Tolto allora di là con diligenza il tuorlo rigonfio colla sua pellicola intatta, e lavatolo per bene con acqua distillata su un piatto ben terso di vetro, aprimmo con prestezza la membrana e cavatone un po' di tuorlo, rinvenimmo in esso alcuni vibrioni vivi. Questa prova fu ripetuta più volte. Dunque pure in questi casi i vibrioni contenuti non possono attribuirsi a germi penetrati dal liquido esterno attraverso la membrana, perchè all'infuori erano soli bacterj.

va pei germi stessi, come può accadere di poi che codesti germi si sviluppino in seguito all' ebollizione del liquido in vaso chiuso?

NOTA ALLA PRECEDENTE MEMORIA.

Ponendo a riscontro le esperienze fatte nell' autunno 1866 con quelle dell' estate ora scorsa, ebbi già sopra a dedurre che la temperatura limite di produzione dei vibrioni varii per una data soluzione, e molto sentitamente, col mutare della temperatura del mezzo; tantochè possono cessare dal produrli, anche scaldandole solo a 100°, tali soluzioni organiche, le quali, in più caldo ambiente, continuano a darli pur dopo averle scaldate a 112°, a 115° ed a 117°. Tuttavia desideravo accertarmi di questa deduzione con più dirette prove.

Nei primi dì d' Ottobre preparai colla solita soluzione di tuorlo d' uovo, quella che nell' estate offrì la maggiore resistenza ad elevate temperature, due palloni suggellati e bolliti a 100°, ed altri due che feci scaldare entro pentola papiniana a 105°. Però una parte di tal soluzione non iscaldata punto la si lasciò esposta all' aria entro aperta ampollina. La temperatura dell' ambiente si mantenne per otto giorni tra 12°,5 e 14°. Col secondo giorno già si presentarono numerosi i vibrioni a mezzana dimensione nel liquido non iscaldato dell' ampollina. Col quarto giorno s' apre uno dei palloni scaldati a 100° e vi si scorgono soltanto granuli, globuli grassi ed alcune vescicole del proteo; ma nessun vibrio mobile, nessuna forma bacillare. Aprendo anche uno de' palloni scaldati a 105°, vi appaiono pure i protei in qualche maggior numero, ma ancora nessun vibrione.

Se non fossero apparsi i protei (come sarebbe occorso operando con altra delle soluzioni organiche succitate) queste prove si potevan dire favorevoli alla dottrina pastoriana, avendosi il vibrio nell' ampolla aperta, e mancando esso invece ne' palloni chiusi e scaldati a 100° o più. Ma ancor dopo che questi

palloni furono aperti, col romperne l'estremo del collo affilato, e tuttochè ogni dì se ne cavasse qualche goccia di liquido per esaminarlo, solo si scorse un moltiplicarsi e complicarsi delle forme del proteo: e per sei giorni successivi non si vidde mai un vibrio; laddove le soluzioni a freddo ne erano zèppe (1).

Nel decorso di quest'ultimi giorni eransi preparate tre ampolline, contenenti la medesima soluzione di tuorlo d'uovo: nell'una non iscaldata punto e col collo aperto, in altra bollita a 100° per 15 minuti e similmente aperta, e nella terza bollita pure a 100° ma chiusa durante l'ebollizione con tappo di gomma, bollito anch'esso dapprima nell'acqua. Ancor qui nel secondo giorno la soluzione non bollita mostrò vibrioni mobili e vibrionidi in buon numero; mentre quella bollita, tuttochè fosse in ampolla aperta, diede solo qualche proteo, ma nessun vibrio vi apparse, neppure dopo quattro giorni dalla bollitura.

Perciò, se nella soluzione a freddo i vibrioni apparsi vogliomsi ascrivere a germi cadutivi dall'aria, non si intende poi come questi, potendo pur cadere nell'altra ampolla, anche in un maggior lasso di tempo, non abbian potuto attecchirvi.

Ma anche questo dubbio venne chiarito dal fatto. Essendo allora sopravvenute due giornate più calde delle precedenti, sicchè la temperatura della camera passò prima da 14° a 15° e poi a 16°, subito occorse che, anco nella soluzione bollita si manifestassero alcuni vibrio a grandi dimensioni ed uniti a molti articoli: e ciò nell'ampolla aperta. Ebbene questi nuovi esseri non ponno attribuirsi a germi dati dall'aria, poichè, aprendo nello stesso dì l'altra ampolla ch'erasi lasciata col tappo serrata, e così bene chiusa che, stappandola, si udì il fischio dell'aria irrompente, presentava un numero ancor mag-

(1) Con queste basse temperature dell'ambiente, verificai un altro fatto assai importante. Prendendo una soluzione di tuorlo a freddo, che già era piena di vibrioni piccoli e mezzani e di bacterj, la scaldai in una provetta per cinque minuti primi a 60° C. Esaminando dopo un'ora il liquido, vi scorsi solo i cadaveri dei vibrioni, dotati del moto brauniano; e tali si mantennero, con solo una graduale diminuzione nel loro numero e nelle loro dimensioni — quasi andasser disciogliendosi — per quattro altri giorni, senza che mai apparisse un vibrio vivo, benchè la provetta stesse aperta all'aria.

giore degli stessi vibrioni a molti articoli. Anzi in quello stesso dì essendosi aperto uno de' palloni suggellati e bolliti a 100° ed altro pur suggellato a fusione di vetro e scaldato a 105°, offrirono entrambi non pochi e grandi vibrioni, simili ai predetti, i quali pure si rinvennero negli altri palloni bolliti che eran dapprima stati improduttivi per 10 giorni, come si disse sopra (1).

Dall' insieme di questi fatti e da quelli esposti nella precedente memoria, mi sembra sgorgare chiaramente queste deduzioni:

Che i germi d'infusorj, i quali per avventura fossero nelle soluzioni organiche, o che in esse provenissero dall'atmosfera, periscono indubbiamente colla ebollizione.

Che, scaldando codeste soluzioni a temperature mano mano superiori a 100°, accade una sempre più inoltrata disgregazione degli elementi organici che sono in esse, sino a giungere ad una completa loro dissociazione.

Che però gli elementi organici disgregati possono riaggregarsi, e far luogo a nuovi organismi, tanto più facilmente quanto più alta (a partire da 15°) è la temperatura alla quale si conserva di poi la soluzione, e quanto più ricca è questa di materie organiche: poichè per l'una e per l'altra condizione si favoriscano i moti di riaggregazione di tali elementi. Epperò quanto meno inoltrata sarà stata codesta disgregazione, cioè meno alto lo scaldamento della soluzione, meglio si presteranno tali elementi alla ricostituzione, anche con ambiente meno caldo.

Che i vibrioni sono organismi che si possono costituire di tal modo.

Che il proteo vegetale ottiensi pure di tal modo; anzi più facilmente ancora, poichè può ricomporsi anche dopo uno scaldamento più inoltrato, e con temperature d'ambiente meno elevate.

Che talune soluzioni, nelle quali hanno cessato di vivere

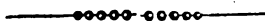
(1) Nello stesso giorno apparvero codesti grandi vibrioni anche in altra soluzione contenuta entro un pallone, dove eransi dapprima estinti i vibrioni ed i bacterj che la popolavano collo scaldamento a 100°, e dove poi eransi scorti soltanto i loro cadaveri in via di dissoluzione per ben 5 giorni, finchè la temperatura dell' ambiente era rimasta inferiore a 15°.

vibrioni e bacterj, per lunga serie di generazioni che vi succedettero anche stando a contatto dell' aria, riacquistano la possibilità di produrre i vibrioni col farle bollire, poichè disgregandosene così gli elementi organici, si rende possibile la ricostituzione di questi in nuove forme organizzate.

Non posso chiudere questa nota senza far cenno della recentissima comunicazione del Donné all' Accademia delle Scienze di Parigi (seduta del 7 Ottobre corrente). Avendo fatta penetrare acqua entro uova già vecchie, col farne uscire l'aria col giuoco della macchina pneumatica, e lasciatele poi, col guscio intatto per 10 o 15 giorni in ambiente caldo a circa 30°, trovò che s' infracidivano, senza far luogo a nessun infusorio: epperò egli credette che questo risultato negativo bastasse ad invalidare le precedenti sue sperienze (accennate nel principio della mia memoria), ed appoggiasse invece la panspermia di Pasteur.

Ora in questo caso il Donné non poteva trovare nell' uova vibrioni vivi, perchè usava di uova stantie, e perchè lasciava trascorrere troppo tempo trattandosi di ambiente molto caldo. Invece io insieme col Dott. Maggi, ripetendo analoghe prove con uova fresche ed in ambiente inferiore a 15°, trovai che l'acqua penetrata per osmosi attraverso il guscio e le due membrane dell'uovo (la testacea e la vitellina), trascorsi appena quattro giorni, aveva già modificato l'albume, ma più il tuorlo, nel quale eranvi non poche vescicole del proteo e non pochi oidii a sviluppo innoltrato ed a forme complesse. Or questo risultato s'accorda con quello citato addietro (nota alla pagina 311), che nella calda stagione, anche attraverso la membrana vitellina involgente il tuorlo, per osmosi, si produssero in questo, dopo due giorni, alcuni vibrioni. Ed entrambe poi queste prove depongono invece contro la teoria dei germi, ed a favore delle prime sperienze di Donné che egli esponeva all' Accademia nella seduta del 7 Gennaio.

Pavia 25 Ottobre 1867.

G. Cantoni.

SU UN BAROMETRO A DUE LIQUIDI; NOTA DI G. PISATI, PROF. DI FISICA NEL LICEO DI ANCONA.

1. Huyghens nel 1672 propose un barometro doppio a mercurio e ad acqua, il quale al mediocre volume univa il vantaggio di essere notevolmente più sensibile di quelli che 29 anni prima aveva dati alla scienza il celebre discepolo di Galileo. Ma nonostante i suoi pregi ed alcune lievi modificazioni apportategli verso il 1708 da De La Hire, il barometro doppio, per alcuni difetti di cui non si aveva saputo liberarlo, anzichè divulgarsi, cadde in dimenticanza; invece venne grado grado perfezionato l'istrumento semplice di Torricelli fino ad essere ridotto alle attuali forme. E quando nel seguito venne risentito il bisogno di misurare anche le minime variazioni, che nella pressione atmosferica avvengono, si fecero all'ordinario barometro alcune complicate e dispendiose modificazioni, le quali lasciano pur sempre vivo il desiderio d'uno strumento in cui la sensibilità non sia disgiunta dalla semplicità e dal lieve costo.

2. A soddisfare tanto desiderio, se il soverchio amore delle cose proprie non m'illude, stimo utile il barometro che forma oggetto di questa nota. Esso è fondato sulla proprietà ben conosciuta che le altezze di due liquidi esercitanti una data pressione su una medesima superficie di livello sono inversamente proporzionali alle loro densità. È pertanto un *barometro a due liquidi* ed ha molta somiglianza con quello di Huyghens, che

trovasi descritto in un *trattato curioso di matematica* tradotto dal francese e stampato nel 1753 a Venezia; se non che per una singolare combinazione, sono corretti in questo nuovo i difetti dell'antico.

Ed invero nel barometro di Huyghens il livello del mercurio è variabile; i diametri dei tubi ove muovonsi le sue superficie terminali devono essere ben maggiori di quello ove scorre l'acqua e in un rapporto costante con esso, cioè i tubi devono essere esattamente calibri o calibrati; l'acqua evaporando continuamente e bagnando il vetro, le altezze osservate sono affette d'un errore sempre crescente sebbene reso meno considerevole per la sovrapposizione d'uno straterello d'olio sull'acqua; e le correzioni relative alla temperatura molto sensibili e numerose: al contrario nel nuovo barometro il livello del mercurio è costante; qualunque possono essere i diametri dei tubi purchè sensibilmente uguali fra loro là dove trovansi le superficie terminali del mercurio per evitare ogni correzione relativa alla capillarità; nessuna influenza affatto ha l'evaporazione dell'acqua e la sua aderenza pel vetro; ed infine trascurabili senza errore sensibile le correzioni per la temperatura. Ben è vero però che il barometro di Huyghens è suscettibile di maggiore sensibilità; ma col crescere di questo pregio, altri ne scompajono non meno importanti sorgendo in loro vece de' difetti, tanto che lo stesso Huyghens si limitava ad avere indicazioni solo 11 volte maggiori di quelle dell'ordinario barometro.

Dissi *per una singolare combinazione*: infatti devo dichiarare d'aver conosciuto l'antico strumento solo dopochè il chiarissimo Prof. Cantoni m'ebbe prestato gentilmente il *trattato curioso di matematica*, in seguito al giudizio chiestogli su la mia nota, la quale ora pubblico senza cambiamenti, seguendo il rispettabile consiglio di chi mi fu ed è tuttora ottimo maestro.

3. Essendo h millim. la distanza verticale delle due superficie libere del mercurio in un ordinario barometro a sifone, è chiaro che se ad una colonna di mercurio alta n millimetri nel braccio aperto supposto lungo circa quanto il chiuso, si sostituirà una colonna d'acqua alta $13{,}6 \times n$ millimetri la superficie libera del liquido nel tubo chiuso si troverà nello stesso luogo di prima, che indicheremo col segno fisso V (*Tav. IV fig.* 1); e l'al-

tezza barometrica si avrà sottraendo dalla nuova differenza di livello delle superficie terminali del mercurio, l'altezza della colonna d'acqua divisa pel numero 13,6 rapporto tra la densità del primo liquido e quella del secondo; cioè detta P la pressione atmosferica espressa in millimetri di mercurio, sarà

$$P = BV - \frac{BE}{13,6}$$

Ora suppongasi che la pressione atmosferica aumenti o diminuisca, ad esempio di 1 millimetro; il livello del mercurio nel tubo chiuso si eleverà o si abbasserà di $\frac{1}{2}$ millimetro, e d'altrettanto si abbasserà o si eleverà nell'aperto; e se vorremo ridurre il primo al segno fisso *V*, sarà necessario togliere od aggiungere nel tubo aperto tant'acqua che l'altezza della colonna vi diminuisca o vi aumenti di 13,6 millimetri: epperò una variazione di 1 millimetro di mercurio nella pressione atmosferica, sarà sostituita da un'altra di 13,6 millimetri, ben maggiore, per conseguenza più sensibile e ciò senza perdere punto i vantaggi offerti dagli ordinari barometri a mercurio; perocchè anche ammessa eguale a 60 millimetri la differenza fra la minima e la massima pressione atmosferica che in un dato luogo si possa verificare, l'altezza della colonna d'acqua sarà di $60 \times 13,6 = 816$ millimetri e la lunghezza totale del braccio aperto non eccederà i 90 centimetri.

È evidente poi che se invece dell'acqua si adoperasse un liquido meno denso, la sensibilità del barometro sarebbe ancora maggiore.

4. Ma essendo troppo difficile conoscere ad ogni osservazione se il livello del mercurio nel tubo chiuso trovisi al segno fisso, e soverchiamente malagevole ridurvelo coll'aggiungere o col togliere acqua dal tubo aperto, così si può adottare la disposizione indicata dalla fig. 2: i tubi di vetro *AA'* chiuso e *BG* aperto comunicano inferiormente tra loro per mezzo di un altro ad U di ferro, dal quale staccasi un filo metallico, che va a metter capo ad un polo d'un debole elettromotore voltiano; l'altro polo di questo comunica con un rooscopio non troppo sensibile il quale alla sua volta coll'armatura metallica *GNQ*, da

cui si stacca un filo di platino abbassantesi secondo l'asse del tubo *GB* fino a terminare a punta in *i*; l'armatura *GNQ* in *G* si adatta sul tubo *GB* e porta in *Q* il lungo tubo aperto *EF* di vetro, ed in *N* il cilindro cavo *C*; entro questo lo stantuffo *S* a tenuta d'acqua scorre per mezzo della vite *L*, che attraversa il coperchio *M*: la capacità del cilindro è un po' maggiore di quella del tubo *EF* in modo che si può, spingendo in giù lo stantuffo e prima ch'esso tocchi il fondo, far elevare l'acqua fin presso l'orifizio *F*.

Con siffatta disposizione facilmente si ottiene che la superficie terminale del mercurio nel tubo aperto venga a toccare la punta del filo di platino, e per conseguenza a giungere al segno fisso nel chiuso, la quale posizione appena guadagnata, i moti dell'ago del rooscopio incominceranno per essersi chiuso il circuito elettrico.

Una scala munita di nonio, applicata lungo il tubo aperto, coll'origine della graduazione nel piano orizzontale passante per la punta del filo di platino, e fatta in modo che ad ogni 13,6 millimetri corrisponda una divisione principale suddivisa in 10 parti eguali fra loro, serve a misurare l'altezza della colonna d'acqua coll'approssimazione di $\frac{1}{100}$ o di $\frac{1}{20}$, di millimetro di mercurio, secondo che la graduazione del nonio sia stata fatta dividendo in 10 parti 9 piccole divisioni della scala, o dividendone 19 in 20.

5. Per fare un'osservazione s'incomincia dal muovere la vite *L* sì da interrompere prima il circuito elettrico, se non è già interrotto, e poscia a poco a poco fino a chiuderlo, ossia fino a che non abbiano principio i movimenti dell'ago del rooscopio; ciò ottenuto si legge sulla scala l'altezza della colonna d'acqua. Allora chiamando P la pressione atmosferica espressa in millimetri di mercurio, C l'altezza in millimetri a 0° della colonna di mercurio al disopra dell'origine della scala, ed H l'altezza assoluta della colonna d'acqua divisa per 13,6, ovvero l'altezza medesima espressa in divisioni principali della scala si ha

$$P = C - H \qquad (1^a)$$

la C è la costante dell'istrumento e si determina una volta per

sempre dopo averla fatta un po' maggiore della massima altezza barometrica che si avrà ad osservare; e la H invece è variabile e si misura ad ogni osservazione.

6. Come negli ordinarii barometri anche in questo le indicazioni vogliono essere corrette per riguardo alla capillarità ed alla temperatura: però le correzioni facilmente si possono ridurre a valori così piccoli da trascurarsi senza errore sensibile nella maggior parte de' casi.

Ed invero se i diametri delle sezioni dei tubi *AB' BG* ove trovansi le superficie terminali del mercurio sono uguali fra loro, le depressioni capillari nell'uno e nell'altro braccio si compensano come negli ordinari barometri a sifone; e se il diametro interno del tubo *EF* è di circa 9 o 10 millimetri anche la elevazione capillare dell' acqua può trascurarsi perchè piccolissima, avendo cura però di prendere per limite superiore della colonna H non il piano passante per la base *oo* del menisco, ma quello tangente il suo vertice *o'o'*.

Riguardo alla temperatura poi le correzioni devono essere fatte a C e ad H. — Ora essendo di soli 60 millimetri il massimo valore di quest' ultima, e considerando che la dilatazione della scala con cui lo si misura dà sempre, al di sopra della temperatura di 4°, un effetto contrario a quello della dilatazione dell'acqua, si può senza grave errore ommettere qualsiasi correzione su H: che se si volesse tenerne conto, si ridurrebbe la H osservata alla corretta H' per mezzo della relazione

$$H' = H.d + H.\delta t = H(d + \delta t), \qquad (2^a)$$

nella quale t è la temperatura, d la densità dell'acqua a t^o, e δ il coefficiente della dilatazione lineare della scala.

Per correggere C è necessario conoscer bene il volume della colonna di mercurio che sta al di sopra del piano orizzontale origine della scala, e quello della colonna di mercurio al di sotto dello stesso piano nel tubo ad U: perciò sia

P' il peso del mercurio che riempie tutta la canna AA';

P'' id. id. il tubo di ferro dalla punta di platino fino all'orifizio dell'altro braccio;

P''' id. che occupa nel tubo ad U la sola capacità al di sotto del piano orizzontale origine della scala.

ben costruito il barometro è ridotto nella sua posizione normale, un peso p di mercurio uscirà da esso, e vi rimarrà solo il peso

$$P' + P'' - p,$$

ossia il volume

$$\frac{P' + P'' - p}{D}$$

essendo D la densità del mercurio alla temperatura verificata durante le pesate; del qual volume la parte

$$\frac{P'''}{D} = v$$

essendo quella al di sotto del piano orizzontale origine della scala, sarà

$$\frac{P' + P'' - p - P'''}{D} = V$$

il volume della colonna di altezza C. Evidentemente poi V e v rappresenteranno anche la capacità di quelle parti di tubo, che contengono i medesimi volumi di mercurio.

Ora è chiaro che se col variar della temperatura il tubo di vetro contenente la colonna C non mutasse di capacità, e la massa del mercurio vi rimanesse pure costante, cioè non aumentasse nè diminuisse per la dilatazione o la contrazione presentata dall' altro mercurio nel tubo ad U, le variazioni nella temperatura non implicherebbero nessuna correzione; perocchè se l'altezza della colonna variasse, nella stessa proporzione ma in senso contrario muterebbe la sua densità, ed il prodotto di questi due elementi ossia la pressione sulla sua base resterebbe costante. Ma veramente colla temperatura variano anche la capacità V del tubo di vetro, ed il volume v apparente del mercurio sotto l' origine della scala; però mentre una mutazione nella prima fa diminuire il valore di C, quella del secon-

do lo fa aumentare, sicchè possono in determinate circostanze compensarsi: e si compenseranno esattamente quando l'una sarà eguale all'altra, cioè quando sussisterà la relazione:

$$V \cdot \alpha \cdot t = v(k - \beta)\, t$$

ossia la

$$v : V = \alpha : (k - \beta)\,, \qquad (3^a)$$

nella quale α e β sono i coefficienti della dilatazione cubica del vetro e del ferro, e k il coefficiente della dilatazione assoluta del mercurio. Posti in luogo di α β e k i rispettivi valori numerici, si ottiene:

$$v : V = 1 : 5{,}75\,.$$

Che se la relazione (3^a) non sussistesse, considerando che l'aumento di capacità $V \cdot \alpha \cdot t$ darebbe luogo alla depressione:

$$\frac{V \alpha t}{\pi \left(r + r \dfrac{\alpha}{3} t\right)^2}\,,$$

e che la dilatazione apparente $v\ (k - \beta)\ t$ del volume v di mercurio produrrebbe l'elevamento

$$\frac{v\,(k - \beta)\, t}{\pi \left(r + r \dfrac{\alpha}{3} t\right)^2}\,,$$

si potrebbe dalla costante C determinata una volta per sempre per lo stesso strumento, passare al valore corretto C' per mezzo della

$$C' = C - \frac{V \alpha t - v\,(k - \beta)\, t}{\pi \left(r + r \dfrac{\alpha}{3} t\right)^2}\,,$$

ossia, trascurando nel denominatore il termine che contiene $\frac{\alpha^2}{9}$, per mezzo della

$$(4^a) \qquad C' = C - \frac{V\alpha - v(k-\beta)}{\pi r^2 \left(1 + \frac{2\alpha}{3} t\right)} . t ,$$

nella quale r è il raggio interno della camera barometrica, $\frac{\alpha}{3}$ il coefficiente della dilatazione lineare del vetro, π il noto rapporto tra la circonferenza ed il diametro, e t la temperatura osservata.

Pertanto la relazione (1^a) quando a C e ad H si sostituiscono i valori corretti C' ed H', diventa

$$(5^a) \qquad P = C - \frac{V\alpha - v(k-\beta)}{\pi r^2 \left(1 + \frac{2\alpha}{3} t\right)} t - H(\delta + \delta . t) :$$

in questa V e v sono espressi in millimetri cubi, ed r in millimetri lineari.

Si è trascurata la dilatazione del filo di platino, perchè esso ed il tubo *GB* di vetro alla parte superiore del quale è attaccato, hanno le lunghezze ed i coefficienti della dilatazione lineare quasi eguali rispettivamente, e grazie la disposizione dell'istrumento; mentre l'uno si dilata all'ingiù, l'altro il fa all'insù.

7. Ora dimostriamo con qualche esempio che tutte le correzioni relative alla temperatura, nella maggior parte de' casi sono trascurabili.

Se si fa $v = \frac{V}{n}$ il termine $\frac{V\alpha - v(k-\beta)}{\pi r^2 \left(1 + \frac{2\alpha}{3} t\right)} . t$ dell'ultima relazione diventa:

$$V \frac{\alpha - \frac{1}{n}(k-\beta)}{\pi r^2 \left(1 + \frac{2\alpha}{3} t\right)} . t ,$$

e mostra che la correzione di C è proporzionale direttamente al volume V e, con approssimazione, alla temperatura t, ed inversamente alla sezione πr^2 della camera barometrica; epperò s'anche non sussistesse la relazione (3ª), ossia la

$$n = \frac{k - \beta}{\alpha},$$

quel termine si potrebbe trascurare; istessamente purchè fosse n non maggiore di 7 nè minore di 5, ed il numero astratto che esprime V non troppo grande rispetto a quello che esprime πr^2; quest' ultima condizione, ad esempio, viene soddisfatta dai tubi che servono alla costruzione dei barometri per le osservazioni meteoriche ordinate dal R. Ministero d'agricoltura, industria e commercio, ne' quali appunto la camera barometrica ha un raggio interno di circa 15 millimetri, ed il resto della canna uno di circa 3, 5. Infatti usando di questi tubi, e supponendo V = 50,000 millimetri cubi, ed r = 15 millimetri, e posto in vece di β un valore β' medio tra i coefficienti della dilatazione cubica del vetro e del ferro, si ha con grande approssimazione

$$\text{per } n=6 \text{ e } t=1^\circ \quad V\frac{\alpha - \frac{1}{n}(k-\beta')}{\pi r^2\left(1+\frac{2\alpha}{3}t\right)} \cdot t = \overset{mm}{0{,}000000}$$

$$\text{per } n=7 \quad t=1^\circ \quad \text{»} \quad = 0{,}000255$$

$$\text{per } n=5 \quad t=1^\circ \quad \text{»} \quad = -0{,}000354$$

correzioni affatto trascurabili.

Anche il termine $H(d + \delta t)$ differisce di poco da H; perocchè supposte le condizioni più sfavorevoli

	$H = 60^{mm}$ e	$t = 30^\circ$	si avrebbe $H - H(d + \delta t)$	$= \overset{mm}{0{,}2245}$
e per	$H = 60$	$t = 15^\circ$	» »	$= 0{,}0354$
	$H = 60$	$t = 12^\circ$	» »	$= 0{,}0147$
	$H = 60$	$t = 10^\circ$	» »	$= 0{,}0048$
	$H = 60$	$t = 4^\circ$	» »	$= -0{,}0046$

correzioni abbastanza piccole da potersi trascurare nel più dei casi, ed in ogni modo facilmente calcolabili usando la tavola di Despretz per la densità dell'acqua alle diverse temperature.

È pur bene notare che quando si abbia $n < \frac{k - \beta}{\alpha}$ la correzione:

$$V \frac{\alpha - \frac{1}{n}\left(k - \beta\right)}{\pi r^2 \left(1 + \frac{2\alpha}{3} t\right)} . t$$

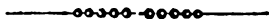
è contraria a quella indicata dal termine

$$H(1 - d + \delta . t) = H - H(d + \delta . t),$$

e per conseguenza tende a farla diminuire.

8. Sarà oggetto d'un'altra nota lo stabilire quale liquido, se l'acqua o l'alcool o qualche olio, ec., avuto riguardo alla sua densità, alla coibenza elettrica, al punto di solidificazione ed all'azione sul mercurio, si debba usare nel nuovo barometro; quali difetti quest'istrumento presenti, e come si presti a divenire a massima ed a minima e ad applicarsi al termometro ad aria: ma prima è necessario consultare intorno a siffatte cose la migliore consigliera e guida, che uomo abbia, vo' dire l'esperienza.

Intanto sottopongo al giudizio degli studiosi questa facile applicazione di alcune ovvie leggi della fisica, ed aspetto, per farne tesoro, gli avvertimenti che su di essa mi verranno dati.

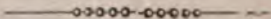
Ancona, Ottobre 1867.

SULLO SPONTANEO CAMBIAMENTO DI UN CILINDRO LIQUIDO IN TANTE SFERE ISOLATE; DI FELICE PLATEAU.

Bulletin de l' Accademie R. de Bruxelles N.º 7 1867.

Si sa dai bellissimi lavori di Plateau padre sulle figure d' equilibrio delle masse liquide senza peso, che un cilindro liquido molto allungato, si trasforma spontaneamente in tante goccie o sfere isolate.

Il figlio del fisico di Gand descrive un esperienza che dà questa dimostrazione. Consiste nel sospendere a un filo sottile di cotone un piccolo peso, nell'immergere questo filo in un vaso d' acqua assai profondo perchè si spogli d' aria e poi nel ritirarlo lentamente lasciandolo immerso in basso. Allora si vede, a un certo punto quando lo strato liquido si è molto assottigliato, formarsi tante goccie o sfere sul filo staccate fra loro di circa 5 millimetri.

Indipendentemente da questa esperienza è facile di provare in altri modi quel risultato. Basta bagnarsi le estremità del pollice o dell'indice con un liquido gommoso o col bianco d'uovo, toccare assieme le due dita e poi separarle lentamente, facendo in modo che il cilindro o filo liquido sia prima verticale poi orizzontale, per veder nascere quelle coroncine di cui parla il sig. Plateau. Bello assai è vedere questi fenomeni generarsi in un filo di ferro di 1 millimetro o meno di diametro traversato da una corrente di 20 o 24 pile di Bunsen. Il filo diventa rosso, poi incandescente, si fonde e prima di rompersi, si vede convertito in una coroncina di tante sfere o goccioline di ferro rosso in fusione.

C. M.

I MUSCOLI PERDONO DI VOLUME NELL' ATTO CHE SI CONTRAGGONO; SPERIMENTI DEL PROF. LUIGI FASCE.

(*Estratto del Giornale di Scienze Naturali ed Economiche*, Vol. III. 1867)

Cenni storici.

È così facile, e così semplice lo sperimento che dimostra la diminuzione del volume dei muscoli nell'atto che si contraggono, che non avrei osato farne soggetto di una pubblicazione, se la maggior parte dei fisiologi non avessero asserito il contrario.

Glisson nel 1676 (1) tentava provare sperimentalmente che i muscoli diminuiscono del loro volume quando si contraggono. Scrive Dumas (2) parlando dell'esperimento di Glisson. Il plongea un de ses membres dans un vase plein d'eau, et il remarqua que le niveau du fluide baissait lorsque le membre par la contraction de certains muscles, était fléchi. Cette expérience, qui ne serait concinante que si on l' eût faite sur un muscle isolé, péche et trompe d'ailleurs; en ce que le membre fléchi ne peut l'étre, si le muscles extenseurs ne sont distendus; car la diminution de volume annoncée par l'abaissement de l'eau pourrait étre attribuée au relàchement des muscles extenseurs, comme à la contraction des fléchisseurs ».

(1) *Tractatus de ventriculo et intestinis* cap. VIII, Londres 1676.

(2) *Principes de physiologie* par Charles-Louis Dumas 1800, tomo 3, pag. 107.

Riportai le parole testuali di Dumas perchè questo esperimento parmi non sia egualmente riferito da Longet che scrive (1) « Glisson... se servit d'un tube de verre propre a contenir le bras d'un homme; à ce tube fut annexée une petite branche; l'appareil une fois luté avec le bras et rempli d'eau, on fit exécuter des fortes contractions au membre, et l'on observa au même moment un abaissement dans le niveau de l'eau contenue dans la petite branche ».

Longet nella sua descrizione fa supporre che il membro si contraesse senza flettersi, e in tal caso sarebbe del tutto vana la critica di Dumas; ma in ogni modo questo esperimento non può portare ad alcuna conclusione, perchè come osserva anche Magendie, non possiamo tenere esatto conto dei cambiamenti che debbono sopraggiungere sia nella pelle che nel tessuto congiuntivale. Infatti questo medesimo esperimento ripetuto da Carlisle (2) ha dato un risultato affatto opposto.

Borelli nel 1681 (3) scriveva che il volume dei muscoli aumenta durante la contrazione.

Blanc nel 1791 (4) immergeva la metà posteriore di un'anguilla in una boccia piena d'acqua: a questa boccia era adattato un tubo laterale: la boccia aveva un collo stretto chiuso da un turacciolo attraversato da un filo di ferro. Per mezzo di questo filo mobile si può pungere l'anguilla in modo da ottenere delle contrazioni. Blanc non avendo visto alcun cangiamento nel livello del liquido, asserisce che durante la contrazione, il volume del muscolo è invariabile.

Prochaska (5) sosteneva nel 1800 che per l'afflusso del sangue ai muscoli nell'atto che si contraggono, questi aumentano di volume.

Barzellotti (6) nel 1806 ripeteva l'esperimento di Pro-

(1) *Traité de physiologie* 1861, t. I, deuxième partie, pag. 17.

(2) *Transact. philos.* 1804.

(3) *De motu animalium*, Romae 1681.

(4) *Lecture on muscolar motion*, *dans Philos. transact.*, 1791.

(5) *De carne muscolari*, in Op. min. pars. I, Viennae, 1800.

(6) *Sur la cause prochaine de la contraction musculaire dans Biblioth. Britannique*, 1806, t. XXXII, pag. 221.

chaska determinando leggerissime contrazioni per mezzo del galvanismo nella metà posteriore delle rane, e asserisce che i muscoli non cangiano affatto di volume nella loro contrazione, e nega uno speciale afflusso di sangue ai muscoli nell'atto che si contraggono.

Magendie nel suo *Compendio elementare di fisiologia* dice, che i muscoli non cambiano di volume nell'atto della contrazione.

Riferisce J. Muller nel suo *Trattato di fisiologia*, che Gruilthuisen e Erman osservarono un aumento di volume nei muscoli in contrazione: Erman introduceva in un vaso la metà inferiore di un'anguilla sbarazzata dei visceri addominali, che portava un filo metallico nello speco vertebrale, ed altro nelle carni: versava acqua nel vaso fino a che uno stretto tubo che terminava la parte superiore dell'apparecchio ne fosse quasi pieno dall'apertura superiore di questo recipiente uscivano pure i due fili metallici in modo che potevano essere messi in rapporto con una pila galvanica: quando chiudeva la corrente della pila, che attraversava anche le carni dell'anguilla, i muscoli si contraevano, e costantemente l'acqua montava di quattro o cinque linee nel piccolo tubo, e nuovamente discendeva quando interrompeva la corrente.

Gerber con un apparecchio consimile, ma più complicato, sperimentava sopra rane decapitate, e non osservava alcun cangiamento di volume nell'atto della contrazione muscolare.

Longèt appoggiandosi alle osservazioni di Barzelotti, Prévost, Dumas scrive (1): « il semble rationnel de conclure que, quand un muscle se contracte, son volume absolu ne change pas, et que le muscle contracté gagne en epaisseur ce qu'il perd en longueur. »

Vierordt, nei suoi *Elementi della fisiologia dell'uomo*, dice che l'aumento di grossezza del muscolo in azione non compensa completamente l'accrescimento, e che da ciò ne

(1) *Traité de physiologie*, 1861, t. 1.

consegue nel muscolo medesimo, però solo in grado lievissimo, una diminuzione di volume.

Bernard nella sua ultima opera sulle proprietà dei tessuti (1), crede decidere la questione nel seguente modo « dans la contraction le muscle gagne en largeur exactement autant qu' il perd en longueur. On le prouve d' une maniére bien simple en placant dans une éprouvette un muscle fraîchement préparé; on remplit cette éprouvette avec du sérum, parce que ce liquide organique conserve parfaitmente le muscle qui se trouve ainsi complétement immergé; puis on excite ce muscle au moyen de l' electricité ou par tout autre irritant, et l'on constate qu'au moment de la contraction, le niveau du liquide reste rigoureusement le même: c' est donc que le volume total du muscle n'a ni augmenté ni diminué, et que l' èlargissement a compensé exactement le raccourcissement ».

Sperimenti

Incominciai la serie dei miei esperimenti col ripetere con leggiere modificazioni la esperienza di Barzelotti e di Erman, e per maggiore chiarezza ecco il semplicissimo apparecchio che ho sempre adoperato. Prendo un matraccino della capacità di 520 grammi d' acqua il quale termina con un collo del diametro di 30 millimetri circa. Metto in questo vaso quella porzione di animale, o quel muscolo di cui voglio studiare il volume nell'atto che si contrae, riempio il matraccio d'acqua sino alla sua apertura. Con un turacciolo di *caoutchouc* attraversato nel suo centro da un tubo di vetro graduato del diametro di 4 millimetri, e da due fili di rame disposti lateralmente al tubo di vetro, chiudo il matraccio accostando colle dita le due estremità divergenti dei fili metallici, onde passino per il collo del vaso, e nell'atto di fissare il turacciolo, lo dispongo in modo, che i detti fili si mettano in contatto con due punti, per quanto è pos-

(1) *Leçons sur les propriétés des tissus vivants* par M. Claude Bernard, Paris 1866, p. 200.

sibile discosti, dell'animale, ossia del muscolo immerso (1). L'acqua del matraccio monta nel tubo graduato e si determina il suo livello: con due reofori di un rocchetto di induzione tocco le due estremità libere dei fili di rame, e nell' atto che l'eccitamento galvanico è trasmesso ai muscoli immersi, questi si contraggono, e la colonna liquida mostra nel momento della contrazione un lieve abbassamento, e tosto torna al livello di prima col cessare dello stimolo galvanico.

Adoperai il rocchetto d'induzione a preferenza della pila per ottenere contrazioni più forti, e poter mantenere i muscoli in contrazione per quanto tempo era necessario a bene determinare i gradi di abbassamento dell'acqua nel tubo.

Il rocchetto d'induzione merita inoltre la preferenza perchè non determina in modo apprezzabile la scomposizione dell'acqua, e quindi lo svolgimento dei gas nella medesima.

Nei primi esperimenti ho immersa nel matraccio la sola metà posteriore di una rana spogliata della pelle e di tutti i visceri addominali: i fili metallici dell'apparecchio erano messi in contatto l'uno colla parte lombare dell'animale e l'altro coi muscoli di una gamba; l'abbassamento da me osservato per l'eccitamento galvanico era di un mezzo millimetro nell'atto delle prime contrazioni, ma man mano ripetevo l'eccitamento, le contrazioni si facevano più leggiere, ed era presto assai difficile, determinare un sensibile abbassamento nella colonna liquida.

Questi esperimenti fatti sopra una parte intera di un animale, come fece Blans, Barzelotti, Erman e Gerber, e che io ripetei soltanto per vedere che cosa si poteva ottenere col loro metodo, non possono a mio avviso condurre ad un'esatta conclusione.

Nella contrazione generale di un arto per stimolo galvanico, questo si mostra rigido ed in estensione: l'accorcia-

(1) Sono chiuse con cera lacca tutte le fessure e piccoli meati nei punti in cui il toracciolo è perforato dal tubo e dai fili metallici.

mento dei muscoli flessori è impedito dagli estensori e l'accorciamento di questi è limitato dalle loro aderenze dirette o indirette alle ossa; e non possiamo infine renderci conto della elasticità dei tessuti congiuntivali intersiziali e avvolgenti i muscoli.

Onde escludere tutte queste incognite, è necessario, a mio avviso, sperimentare sopra un solo muscolo isolato; e ciò è quanto ho fatto profittando dei muscoli delle grosse tartarughe marine (Chelonia caouanna) che facilmente ho potuto procurarmi presso il mercato di Palermo, nella scorsa primavera, E per non riportare tutti gli sperimenti fatti, i quali tutti mostrarono risultati conformi, riferirò soltanto i due seguenti:

1. Esportai un muscolo della regione scapulare della lunghezza approssimativa di centimetri 10 e del peso di gr. 45; messo nello apparecchio sopra descritto e colle cautele accennate, determinava nelle prime contrazioni un abbassamento della colonna liquida nel tubo di $0^m,0015$. Ricordando che il tubo aveva il diametro di millimetri 4 avevamo una diminuzione di volume corrispondente a millimetri cubici 18,852.

2. Chiudevo nel mio apparecchio un muscolo lungo centim. 8 e del peso di gr. 30 estratto dal collo di un'altra tartaruga della medesima specie. L'abbassamento osservato fu di $0^m,001$, corrispondente ad una perdita di volume di millimetri cubici 12,568.

Conclusioni.

1. Tanto l'estremità posteriore della rana, quanto i muscoli isolati delle tartarughe marine mostrano una evidente diminuzione di volume nell'atto che si contraggono.

2. Dal complesso degli esperimenti credo poter dedurre che la diminuzione di volume dei muscoli in contrazione, è proporzionale alla intensità dello stimolo, e alla contrattilità che conservano.

Non posso ancora pronunciarmi se, e quali rapporti vi siano tra la diminuzione del volume assoluto dei muscoli in contrazione, e la forma, il volume e la lunghezza delle varie masse muscolari: questo quesito sarà soggetto di un' altra monografia che spero poter pubblicare nel prossimo anno 1868.

RICERCHE PALEOETNOLOGICHE NELLE ALPI APUANE; NOTA DEL DOTT. C. REGNOLI.

Sebbene dal mio amico Dott. Antonio D'Achiardi sia stata già annunziata la scoperta che feci sulle Alpi Apuane, di una abitazione umana preistorica entro la grotta all'Onda, nel monte di Matanna fino dal dì 8 Luglio prossimo passato (1); pure a complemento di quanto fu detto in quella breve nota, non credo fare cosa inutile darne io stesso un'altro cenno, tanto più che in una terza gita fatta sulle Alpi Versigliesi per il solito scopo, ho avuta la fortuna di ritrovare entro la sopraddetta grotta altri oggetti, e agio di esplorare nuove Caverne, delle quali pure farò menzione brevemente, riserbandomi di parlare per esteso di tutte, comprese anche quelle dei monti Pisani, in una memoria che sto elaborando, e che quanto prima conto pubblicare.

Terminate le esplorazioni Paleo-etnologiche nelle caverne dei monti Pisani, e d'oltre Serchio, ebbi desio di seguitare le indagini sulle Alpi Apuane, confortato su ciò anche dai Professori Savi e Meneghini. Infatti ai primi di Giugno del corrente anno principiai le mie escursioni sulle Alpi sopraddette, e in una prima gita a Massa di Carrara, mi portai a esplora-

(1) Vedi Giornale il *Nuovo Cimento* Tomo XXVI mese di Luglio.

re i monti *Fornello*, *Bruciana*, *Aguzzo*, e *Tambura*. Nel monte *Fornello* ebbi a visitare cinque caverne, tre denominate delle Granatelle, prima, seconda, e terza, detta quest' ultima anche di *Nartecchia*, situata sulla sponda destra del fosso del Barberi, tutte nel versante che guarda Massa, e poco discoste l'una dall'altra. Visitai pure quella detta la *Palazzetta*, e un'altra non molto lontana e della quale non rammento il nome; in tutte praticai delle ricerche, ma sia che realmente nulla esistesse, o perchè in alcune malagevole riesce, per non dire impossibile, ritrovare il vero antico piano della caverna, per le molte macerie cadutevi o dal di fuori, o dalla volta per parziali rovine; in nessuna rinvenni vestigia nè d'animali, nè d' oggetti d' umana industria preistorici.

La stessa sorte ebbi per la caverna nella *Bruciana*, per le due dette delle *Fate* a monte *Aguzzo* sopra il paese di Mirteto, non che per quella pure denominata delle *Fate* al piede del monte della *Tambura*, distante un chilometro dal paese di Resceto.

Sebbene le mie prime indagini non avessero esito felice, pure volli persistere, giacchè sapevo per prova che in simili ricerche va perseverato; infatti sui monti Pisani a destra, e a sinistra del Serchio, su ben 37 caverne esplorate accuratamente, due sole mi avevano dato resultati favorevoli; quella di Parignana (1), sopra le Mulina di Quosa, (nell' esplorazione di questa caverna mi furono compagni varie volte i miei amici Professor Lodovico Martelli, e Marchese Arconati) ove avevo rinvenuto ammasso considerevole d' ossa fossili d' animali *Rinoceronte*, *Orso*, *Cervo*, *Lupo*, *Marmotta*, *Antilope*, *Lagomis*, *Mustela*, ossa d' uccelli, niente però relativo alla presenza dell' uomo; e l'altra sopra al paese di Vecchiano nella catena dei monti d' oltre Serchio sotto la Madonna in Castello ove fra un vasto spacco, forse anticamente caverna, trovai molteplici ossa umane commiste in solida breccia con oggetti d'industria, come

(1) Mi corre l' obbligo di ringraziare pubblicamente i proprietarj Signori Pini che gentilmente mi permisero l' escavazione in detta Caverna, e coadiuvarono per quanto fu in loro i miei sforzi, che tendono ad arricchire la collezione Paleontologica del nostro Museo.

freccie in pietra, ornamenti in conchiglie, puntaroli in osso, terre cotte, attrezzi da pesca, non che ossa d' animali, *Bos*, *Sus*, *Canis*, conchiglie terrestri non più viventi in quelle parti, e conchiglie marine (1).

Il 2 Luglio intrapresi la seconda gita sulle Alpi Apuane e mi portai sui monti che sono ad est del paese di Camajore.

Per primo mi volsi ad esplorare una grotta detta della *Sperucola* situata proprio nel letto del torrente *Lucese* e sotto al paese di *Torcigliano* al piede del monte *Rondinajo* nel luogo detto il Mulinaccio; la grotta è scavata nel calcare, l'apertura misura in larghezza metri 6 e centimetri 20, l'altezza metri 2 e centimetri 30; si scende subito a piano inclinato per metri sei circa, quindi impossibile l'andare oltre a causa di acqua e di grosse pietre.

Al dire dei paesani questa caverna getta acqua e in abbondanza quando il mare è mosso da vento di libeccio, il che essi attribuiscono ad una comunicazione col mare, spiegazione la quale non è ammissibile non tanto per la distanza (18 chilometri e più), quanto per la differenza di livello (400 metri).

La seconda caverna che visitai fu la così detta *Grotta all' Onda* al piede del monte di Matanna situato al Nord-Ovest di Camajore, nel fondo della valle Ombricese, e ove il torrente Ombricese ha sua origine; dista dal paese di Casoli circa chilometri tre; per un tratto si percorre la strada mulattiera dei *Crocioni*, poi si devia per prendere un sentiero appena battuto.. È scavata nel calcare, elevata al disopra del livello del mare di ben 500 metri, ed è di facilissimo accesso. La grotta si apre al piede e sulla sinistra di una grande balza che è alla falda meridionale del monte di Matanna, e che misura 120 metri in lunghezza, e più di 60 in altezza. L'apertura della caverna ha la forma di un arco la di cui corda è di metri 32, e l'altezza al centro metri 9; la profondità è di metri 75, dei quali cinquantasei ben praticabili, per li altri è malagevole lo andarvi causa grandi massi cadu-

(1) Vedi la notizia che ne dette il Dottor Antonio D'Achiardi *Nuovo Cimento* (Vol. XXV.) fascicolo di Maggio e Giugno 1867, *Sopra alcune caverne e brecce ossifere dei Monti Pisani.*

ti dalla volta. Poco o nulla le masse stalattitiche, punto lo strato stalagmitico. All'ingresso della spelonca esistono dei massi che ritengo sieno caduti dall'alto in epoca remota. Il piano della caverna sulla destra di chi entra si presenta inregolare per vari massi, ricoperti da licheni di svariati colori, e questo io noto perchè quei montanari con la loro immaginazione superstiziosa veggono in quelle piante parassite forme di scritture bizzarre che attribuiscono al demonio; sulla sinistra il piano è invece assai regolare inclinato leggermente verso l'interno, e costituito da terreno vegetale frammisto a quantità enorme di piccoli frammenti di calcare; nella parte più illuminata vegetano alcune pianticelle come *Adianthum Capillus Veneris* (Linn.) *Parietaria Officinalis* (D. C.) *Scolopendrium officinarum* (Svs) ed altre. Sul davanti e nella parte media si scorgono i ruderi di un vecchio recinto di forma quadrangolare dell'altezza di metri uno circa fatto da pietre sovrapposte le une sulle altre senza cemento: questo al dire dei montanari serviva per lo passato per tenervi nella notte le pecore.

Datomi a girare per la Caverna tanto per prenderne un'idea, quasi nel fondo ove è sempre ben praticabile (46 metri circa dall'apertura) mi capitò sotto gli occhi una pietra ben levigata. Mi detti in quel luogo sull'istante a scavare, e non tardai a pochi centimetri di profondità a trovare un dente canino d'Orso, e mano mano altre ossa d'animali come Marmotta, Meles, non che qualche frammento in terra cotta della pasta propria all'epoca antistorica, e qualche pezzetto di carbone. Tutti questi oggetti evidentemente erano stati trasportati quasi nel fondo della Caverna dalle acque, e ciò desumevasi dalla natura del giacimento. Il vero deposito in posto trovasi più verso l'apertura e in special modo sulla sinistra della grotta; ivi infatti alla profondità di 36 cent.ri circa dalla superficie rinvenni frammenti di carbone, di terre cotte della indicata qualità, non che molteplici e svariate ossa. Questo deposito è formato da tre strati ben distinti. Il primo, e più superficiale, è costituito da terra vegetale commista a molti pezzetti di calcare, (cent. 12 di altezza) il secondo resulta di un terriccio di color bigio meno abbondante in sassetti del primo, con qualche raro frammento di carbone e di osso, (cent. 8) il terzo (centimetri

14) è formato da un terriccio analogo al superiore, ma più intensamente colorato in bigio, e vi si trova una gran quantità di ossa, terre cotte, pezzi di carbone e cenere, alla quale deve in gran parte il suo colore. L'escavazioni furono eseguite per lo spazio di varj giorni su tutti i punti accessibili, e sempre sotto i miei occhi. Ora dirò brevemente degli oggetti rinvenuti, riserbandomi di farlo per esteso, come ho già detto, in altro mio lavoro.

Opere dell' uomo.

Utensili. Questi sono in *osso*, in *denti*, in *corno*, in *pietra*, in *terra cotta*.

Utensili in osso.

Fra gli utensili in osso primeggiano i puntaroli, i quali è chiaro essere stati fatti con ossa di Metacarpo o Metatarso di Sus, Ovis o Capra; e si può benissimo vedere fra gli svariati pezzi che posseggo tutte le fasi della lavorazione; dal metatarso spaccato solo per lo lungo forse per toglіervi il midollo, a quello ridotto a perfetto puntarolo; alcuni sono più lunghi, (14. cent.) altri più corti (7 cent.), alcuni a punta più acuminata, altri meno, diversi poi mantengono dalla parte del manico ambidue i capi articolari, quasi sempre gli inferiori forse per meglio tenerli in mano. Sono a notarsi ancora altri pezzi d'osso tolti per lo più da Metatarsi e Metacarpi, bene acuminati da una cima, e pianeggianti dall'altra, non più lunghi di 4 a 5 centimetri, i quali probabilmente dovevano servire per cuspidi di freccia o di giavellotto. Alcuni di essi sono semplicemente sbozzati e in vario grado, e dalle ineguaglianze delle superfici lasciate dai tagli, appare l'imperfezione dello strumento tagliente adoperato. In tutti però è da notarsi che il solco midollare è mantenuto scrupolosamente, forse per meglio fissarli all'asta. Un ago piatto e leggermente curvo con cruna circolare e punta rotondeggiante, sembra tolto da una costola, ed altri consimili ho pure ritrovati ma in via di lavorazione.

Due spine di pesce una curva della lunghezza di centime-

tri 5 $^1/_2$ l'altra retta più piccola centimetri 2 $^1/_2$, dovevano servire per cucire, oggetti certamente meno grossolani di quelli nei quali adoperavano gli aghi in osso sopra descritti.

Gli antichi abitatori del monte di Matanna, non contenti di disputare al grande Orso delle caverne la sua dimora, si sono anche serviti delle sue ossa per farne arnesi e armi; infatti posseggo molteplici pezzi di ossa lunghe di *Ursus* di *Bos* di *Sus* di *Ovis* ora levigate da un lato ora da ambedue e tagliate a sbieco a spese della lamina esterna: dovevano servire come di brunitoj, per levigare e raffinare alcuni utensili, terraglie, ec. o forse anche per spianare le cuciture delle pelli.

Oltre a ciò sonovi altri oggetti diversi pure in osso, e in denti, dei quali attesa la incompitezza del lavoro, e la singolarità della forma, sarebbe presunzione dare un giudizio anche approssimativo.

Utensili in denti.

Consistono in denti di *Ursus* di *Sus* di *Canis*, alcuni lavorati per puntaroli, altri per levigare oggetti. Notevoli fra tutti sono, uno di canino d'orso profondamente logorato nella superficie convessa, ridotta piana e lucente; ed un dente canino di *Sus* che mediante un accurato lavoro è stato ridotto a servire di coltello, in modo che rassomiglia moltissimo alla lama di un piccolo roncolo, e il margine concavo di esso è tanto affilato che io stesso sono riuscito a potervi tagliare del legno. Un istrumento simile a questo, e fatto parimente con una difesa di *Sus*, è stato rinvenuto nelle grotte dei Pirenei e precisamente in quella di Bédeilhac (1).

Utensili in corno.

Sono in numero di due e fatti in corno di Cervo, sembra benchè abbozzati, dovessero servire come due grossi puntaroli o stili.

(1) Age de la pierre polie dans les cavernes des Pirénées Ariegeoises par le Dt. Garrigau e H. Filhot pag. 13.

Utensili in pietra.

Molti raschiatoj o coltellini di varia grandezza tutti di forma quadrangolare. I margini ne sono ben taglienti, e delle faccie una è costolata, l'altra no, due soli leggermente acuminati da un lato e tutti meno uno, a scheggie grandi. Sono di diversa pietra; in *Piromaca* N. 21, bianca 5, nera 3, bigia 5, giallognola 8. In *Diaspro* 1. In *Corniola* 5. In *Ossidiana* 14. Per ultimo noterò una grande scheggia di *roccia silicea compatta grigia verdastra*; la cui forma richiama quella di un rozzo coltello.

Di due istrumenti levigati, uno ha forma tale da crederlo servisse come brunitojo, ed è in pietra che per tutti i caratteri esteriori, si può qualificare per *Onfacite*; l'altro come accetta, è di pietra nera a struttura cristallina, verosimilmente *Diorite*; e questa avuto riguardo alla sua piccolezza e al tagliente quasi retto potrebbe supporsi che incastrata in un manico di corno di cervo, oppure in un osso, o in un pezzo di legno potesse servire da scarpello.

Molti ciottoli di fiume per la massima parte di *Serpentino antico*, altri di *calcare giurassico* di forma svariata sembra servissero ad uso di percuotere e di triturare; in questi vedesi chiaramente che il levigamento e la forma è dovuto all'azione del rotolamento nel letto di un fiume e punto a industria umana. Il non trovarsi nelle vicine montagne le roccie di cui resultano i detti ciottoli è prova certa che essi furono portati colà a bella posta dall'uomo; ed intendesi ciò coll'ammettere che la gente di Matanna cercasse lungo i fiumi (Magra, Serchio) le ghiaje chè più li convenivano, tanto per la forma, quanto per la durezza, onde farne istrumenti. Diversi pezzi di diaspro talvolta piccolissimi sui quali vedesi chiaro che sono state tolte delle scheggie; ci fanno forse testimonianza di quanto gli abitanti di questa grotta tenessero care quelle pietre non originarie del luogo; tanto care da stremarle quasi affatto, onde potervi trarre il maggior numero di arnesi possibili. Fra gli altri oggetti in pietra vi è un grosso pezzo di piromaca nostrale di forma rotondeggiante, un pez-

zo di marmo levigato da ambedue le parti, da un lato usato a sbieco, e vari frammenti di pietra arenaria.

Utensili in terra cotta.

Stoviglie. Dei più che mille cocci di grandezza diversa, alcuni danno sempre idea della forma dei vasi cui appartenevano; tutti di aspetto assai rozzo, palesano nella loro frattura la qualità della terra onde furono formati, cioè impasto che resulta di sabbia e granellini di quarzo, e pezzetti di sostanze organiche spesso carbonizzate che univano alla terra per impedirne nella cottura il disgregamento. I più sono privi di ornamento, che però (sebbene rozzo), non manca in alcuni, consiste in impressioni fatte coll'unghia della mano, in depressioni fatte con il polpastrello delle dita (1), o con qualche istrumento; in dischi rilevati messi con certo ordine circolarmente alla superficie esterna del vaso; alcuni grandi come un pezzo da due centesimi altri come uno da cinque. Un frammento di coccio, con disegno a graffito lineare a mandorla, sembra fatto mediante una punta, e rassomiglia moltissimo ai disegni che i selvaggi del *Fiume Bianco* fanno su alcune zucche. Di stoviglie con uguali ornamenti fa pure menzione il sig. Ingegnere Gastaldi nella sua opera sulle torbiere e marniere d'Italia a Tav. V. fig. 22.

Il vasellame è tutto lavorato a mano senza indizio di tornio; alcuni frammenti a prima vista sembrerebbe che avessero una vernice, ma se ben si esaminano si vede chiaro che quel lustro che hanno al lato esterno, è probabilmente dovuto a maggior diligenza dell'artefice, il quale dopo di avere modellato con le mani il vaso, ha avuto la ricercatezza di terminarlo più accuratamente che gli altri, levigando bene la superficie esterna sia con qualche pezzo di osso, sia con qualche pietra. Questi vasi dovevano forse servire a tenere i liquidi,

(1) È questo un modo molto elementare d'ornamento, se si vuole, ma in armonia perfetta colla rozzezza del prodotto. Dalle impronte del polpastrello delle dita e dell'unghiate, potrebbe dedursi che tutti questi ornamenti furono fatti da individuo di mano assai piccola.

acqua o latte, mentre quelli più rozzi erano destinati per tenere o cuocere gli alimenti solidi; stando almeno a quello che dicono altri scrittori su consimile argomento.

In quanto alla forma dei vasi che già dissi potersi rilevare da alcuni frammenti più grandi, basti il dire che alcuni erano sub-cilindrici a fondo piatto e piuttosto elevati, altri invece bassi altri infine rigonfiati alla parte media e con stretta apertura. Tutti sembrano mancanti di piede. Qualcheduno è provvisto di manico, altri no e sono i più; i manichi taluni semplicissimi, formati da una prominenza piana orizzontale, che sporge dalla parete esterna del vaso e nella quale scorgesi benissimo l'impressione lasciata dal polpastrello del dito nel lavorarla o nell'attaccarla al vaso; altri sono più perfetti e rassomigliano a quelli dei nostri pentoli comuni. In alcuni frammenti poi esistono manichi tali, da far credere che dovessero servire a passarvi una funicella per sospendere il vaso. Lo spessore delle pareti dei vasi non è per tutti eguale, variando da millimetri 5 fino a millimetri 8 e più. Niun frammento che dia indizio di coperchio. Alcuni pezzi presentano sulla superficie interna una crosta nerastra, del cui colore partecipa anche parte della parete del vaso, e ritengo possa essere il residuo di sostanze cotte entro quelle stoviglie; ma su ciò darà maggior luce l'analisi chimica che intendo di farne fare. Gli orli delle stoviglie offrono varie modificazioni, alcuni sono più o meno rovesciati all'infuori, altri convessi, piani, lisci, con disegni a smerlatura, per lo più unghiate; infine alcuni hanno una specie di cordoncino ed ancor questo diverso, essendo or liscio, ora scacchettato.

Oggetti d'ornamento.

In *osso*. Nulla.

In *denti*. Un dente canino di Volpe con foro circolare alla parte media della radice, uguale ugualissimo a uno trovato a Vecchiano.

In *terra cotta*. Una rotellina del diametro di centimetri 2 alta centimetri 1, questa forata nella parte centrale, assomiglia molto a una piccola fusajola, e chi sa non fosse un qualche amu-

leto da tenersi al collo mediante una funicella. La pasta che costituisce quest' ornamento ha grana uniforme, è molto più fina di quella delle stoviglie, non contiene poi nè granelli di rena di quarzo, nè tampoco pezzetti di carbone, ed è di un colore rossiccio uniforme.

In conchiglia. Sono tutte conchiglie marine alcune conservano sempre il colore; le patelle hanno un foro verso l'orlo del lato più corto; i Pectunculus e i Cardium alla parte ima dell' Umbone; il foro è circolare e si vede che è stato fatto per sfregamento, infatti il tavolato esterno è più consumato dell' interno, dovevano servire per ornamento da collo o per amuleti. Un cristallo di quarzo, ed un altro di quarzo ialino grasso, a forma rotonda dovuta all' azione dell' acqua.

Ossa umane.

Uomo. L' ultimo giorno d'escavazione rinvenni in una parte recondita della caverna e precisamente scavando sotto a un grosso masso alla profondità di centimetri 46, una mascella inferiore appartenente a individuo di circa un anno, e un parietale destro forse dello stesso individuo o di poco più adulto; per quante altre diligenti ricerche facessi nella stessa località e in altri punti niuna altra vestigia di ossa umane.

Mammiferi.

Orso. (Ursus spelaeus) — Diverse ossa in assai buono stato di conservazione, le quali da uno sguardo dato alla testa può arguirsi che appartengano a varj individui, almeno quattro, e di varia età. È da notarsi una bella mascella inferiore, (misura centimetri 36 dall' angolo esterno del condilo alla parte superiore della sinfisi), quasi intiera, appartenente a individuo adulto, di dimensioni certamente maggiori di quello rinvenuto e descritto dal Professor Cornalia, del quale il Museo di Pisa possiede un modello della testa in gesso; molteplici denti incisivi, canini, molari tanto superiori che inferiori, denti in via di formazione, varie vertebre, costole, omeri, cubiti, carpi, metacarpi, tibie, tarsi, metatarsi, falangi ungueali ec.

Che trattisi di avanzi dell' *Ursus spelaeus*, sembra dimostrato oltrechè dalle dimensioni, e forma delle mandibole, e delle altre ossa, anche dalla mancanza di dente premolare; ed in appoggio a questa opinione ho la conferma datami dal mio illustre maestro Professor Paolo Savi, e il confronto ancora con altre già esistenti nel R. Museo, trovate or sono vari anni dal prelodato Professore in una caverna detta di *Cassana* situata nei monti della riviera di levante, non lungi dalla Spezia.

Cervo. (Cervus . . . .). Pochi resti rinvenni di questo animale, qualche frammento di mascella, di corno e di metatarso, ma per ora non posso dir nulla intorno alla specie.

Capriolo. Cervus Capreolus. Un cornetto benissimo conservato, una porzione di mascella destra inferiore con denti, qualche omero e altre ossa .

Sus . A causa del numero grande in cui ho trovato gli avanzi di questo genere , e anche proporzionatamente a quelli degli altri , avevo supposto che appartenessero alla varietà domestica , ma da quel poco studio che ne ho fatto, credo di non errare nel dire che trattasi piuttosto del *Sus scrofa ferus* che del *Sus scrofa domesticus*. Infatti mancherebbero tutti i segni che il Rytmeyer assegna al *domesticus*, cioè la lucentezza grassa delle ossa, la superficie loro piuttosto liscia, il tallone del terzo dente molare che è molto retratto quasi atrofico , caratteri questi che vengono ritenuti quali segni appunto dello stato di domesticità della specie (1), ora nulla di tutto questo nelle ossa e nei denti di Sus rinvenuti nella grotta all'Onda. Tutte le ossa sono più o meno rotte, e le lunghe spaccate longitudinalmente; niun cranio intatto: resti di mascelle superiori e inferiori, denti e ossa di giovani individui , vertebre, costole, scapule, omeri , cubiti , radj , ossa del metatarso , e metacarpo , tibie , astragali, falangi ec.

Molte di queste ossa conservano sempre adesi i residui di carbone impastato con cenere, e in altre scorgesi manifesta l'azione del fuoco .

Marmotta . Confrontate le ossa di questo animale, con quelle di Marmotta rinvenute da me nella grotta di Parignana, non

(1) Gastaldi luogo citato .

mi resta alcun dubbio che trattasi anche in questo caso della medesima specie.

Tasso. (*Meles*). Due crani (mancanti uno delle ossa della faccia) qualche dente, poche altre ossa, niuna delle quali porta tracce di azione umana.

Bove. (*Bos*). I resti di questo animale non sono molto copiosi, al contrario di quello che suole osservarsi nei residui d'abitazione delle terremare, e delle torbiere. Niun osso trovasi intiero ma tutti più o meno rotti; pure dai frammenti può dedursi che la specie di Bos da cui provengono non fosse di grande altezza, e per questo si avvicinerebbe alla specie che rinviensi nelle abitazioni lacustri della Svizzera, e in quelle delle terremare d'Italia. (*Bos Brachyceros* ??).

Capra e Pecora. Le noto ambedue insieme giacchè è necessario uno studio ben accurato per poter distinguere le ossa del genere Ovis dal genere Capra. Molti sono i resti di questi animali; al solito le ossa frantumate con segni evidenti dell'azione del fuoco, alcuni altri si trovano impastati con cenere e pezzi di carbone; niun cranio integro, qualche frammento di frontale con corno, qualche corno separato e con tracce di lavoro umano; varie mascelle con denti che stanno ad indicare la presenza d'ambedue i generi.

Uccelli. Qualche raro osso trovato insieme agli altri residui animali.

Molluschi. I Molluschi colà ritrovati sono terrestri e marini, però tanto degli uni che degli altri pochissimi esemplari, e mentre di questi ultimi si può dire con quasi certezza che servissero come ornamento, pei primi, può ammettersi il caso che fossero usati per cibo. Lo studio di questi resti lo debbo alla compitezza del mio amico Dott. Cammillo Gentiluomo che ben volentieri prese l'incarico di studiarli (*Vedi la lettera in fondo*).

Niente di residui vegetali, eccettuato i frammenti di carbone.

Da quel poco che ho detto qui sopra intorno agli oggetti rinvenuti nella grotta all'Onda mi sembra che facilmente possa dedursi che questa servì d'abitazione umana in tempi molto lontani da noi; i residui di carbone, le ceneri, le ossa e den-

ti lavorati, e la loro maniera di essere frantumate delle prime, i moltiplici cocci, tutto viene in conferma di ciò. Mi sembra poi che non possa mettersi in dubbio la coesistenza dell'Uomo coll'Orso e precisamente con lo Spelèo, e ciò chiaramente ci vien dimostrato dal ritrovarsi delle sue ossa nel medesimo giacimento di quelle degli altri animali che servirono di pasto agli abitanti dell'antro, ai cocci e utensili, e più di tutto da alcune ossa e denti dello stesso Orso spelaéo con segni manifesti di lavorazione umana.

Fatto questo importantissimo, perchè paragonando la grotta all'Onda con gli altri luoghi ove furono rinvenuti resti umani e della sua industria, insieme a quelli dell'*Ursus spelaeus* risalta subito una differenza naturale nel grado di lavorazione dei varj oggetti, giacchè per quanto io sappia; non siano stati finora rinvenuti altrove, utensili levigati, insieme alle reliquie di quella belva.

Per alcuni arnesi in pietra è poi necessario ammettere un commercio con non vicini paesi (avuto riguardo a quei tempi) isola di Sardegna (1) o Napoletano. L'ossidiana certamente su quei monti non potevano rinvenirla lo stesso dicasi per l'*Onfacite* del brunitojo, e la *Diorite* nera della piccola ascia, per le armi in corniola e per quelle pure di piromaca, che sebbene potessero in quell'Alpi e non molto distante ritrovare stratarelli ed arnioni di detta pietra (*Monte Tambura*) e fede ne fa un grosso nucleo di piromaca che a me sembra appartenere all'anzidetta località trovato con gli altri oggetti nella caverna, pure gli arnesi tutti che posseggo sono in piromaca che non è certo delle Alpi Apuane.

Niun segno che gli abitanti di grotta all'Onda fossero antropofaghi essendo che in essa si rinvenissero due sole ossa umane appartenenti a giovane individuo ed integre; mentre invece se ne estrasse copia infinita di avanzi d'animali diversi, la carne dei quali dovette servire di nutrimento a quella gente. Che oltre alle carni si pascessero anche di frutta e di erbe nulla può dirsi con sicurezza giacchè niun avanzo di

(1) Vedi l'Opera del Conte Alberto di La-Marmora sull'Isola di Sardegna pag. 153.

noccioli e di vegetali è stato rinvenuto come in altre caverne.

Nel modo che i carboni e le ceneri erano distribuite nella grotta può arguirsi che il fuocolare di questi abitanti fosse alla parte sinistra entrando e distante dall'apertura non più di sei metri, infatti è in quel luogo che ho riscontrato la maggiore parte delle ceneri e dei carboni non che i più grandi ammassi di ossa disposti circolarmente, lo che mi sembra possa dimostrare che quella gente cibavasi intorno al fuoco e di carni arrostite, e che a misura che avevano scarnito un osso lo gettavano sul terreno ove il pasto si compieva, nulla curandosi di quella quantità di roba soggetta ad imputridire. Sulla destra poi dovevano riposare essendo in quel luogo il terreno più rilevato e più asciutto. Verso la parte media confezionavano gli utensili poichè è in questo luogo che ne ho rinvenuti la maggior copia tanto in osso che in pietra.

L'acqua pura, fresca e perenne della vicina sorgente dell'Ombricese, 20 metri distante, deve certo aver contribuito a far preferire agli abitanti d'allora la grotta all'Onda all'altre circonvicine.

La mancanza di qualsiasi attrezzo per filare come fusajole ec. mi farebbe supporre che quegli abitanti non conoscessero per anco la maniera di tessere, e che perciò non vestissero che di pelli, sia di Capra, di Pecora, di Cervo, ec. giacchè questa era per loro la materia più abbondante e la più facile a procacciarsi per il loro vestiario. A convalidarmi in questo concetto si presterebbe la forma degli aghi, e i diversi puntaroli in osso rinvenuti, coi quali probabilmente dovevano bucare le pelli per riunirle poi insieme mediante corde fatte di budella o di tendini. Oltre a ciò il non ritrovare alcun cranio d'animale intatto mi farebbe credere in questo mio asserto sempre più; e come attualmente gli uomini semi-selvaggi in vicinanza del polo si servono del cervello per conciare le pelli, chi sa che altrettanto non facessero gli abitatori di Matanna onde confezionarsi le vesti: è un dubbio e nulla più, e non faccio che citare la cosa. Il non trovare crani intatti potrebbe anche dipendere dalla maniera colla quale uccidevano gli animali, forse a replicati colpi sul capo, ma ne-

gli scavi fatti in questa grotta non ho rinvenuto niun arnese in pietra da farmi credere servisse a tale scopo, come si son ritrovati in altre caverne; però debbo notare che in un frontale di Sus ho rimarcata una scheggia di silice infitta nella sostanza ossea, e profondamente. Altra ragione dell' essere tutti i crani rotti potrebbe aversi nel credere che gli antichi uomini fossero ghiotti del cervello quanto sembra sieno stati del midollo.

In quanto all'arte ceramica degli abitanti di grotta all'Onda può dirsi che sebbene fosse proprio nella infanzia, pure dallo insieme delle stoviglie, è da notarsi che quegli uomini non mancassero d' arte nel variare le opere loro.

Debbo ancora notare che confrontate queste terre cotte con quelle rinvenute nel monte di Vecchiano, si ha poca o punta differenza, tanto sia per l' impasto, per la forma che per gli ornamenti; e si che i resti animali e le armi rinvenute in quest' ultima località segnano un'epoca molto più recente.

Mi resterebbe ancora a dire molte altre cose, desumendole in gran parte dagli oggetti ritrovati nella grotta all' Onda, tanto sulle abitudini di quella gente, della loro industria, del commercio, e per ultimo sulla loro origine; ma ciò lascio per altro mio lavoro, questo non essendo che un semplice annunzio, e come tale, forse ma tardi, mi accorgo d'essere escito un poco dal limite prefissomi. Dal fin qui detto mi sembra però potersi concludere:

1.° Che la grotta all'Onda nel monte di Matanna (Alpi Apuane) fu una vera e propria abitazione umana contemporanea all'Ursus spelaeus.

2.° Che l' industria umana segna ivi un grado più avanzato di quello che nelle altre località ove l'uomo visse coll'Ursus spelaeus (1).

(1) Per nuovi e recentissimi scavi eseguiti nella Grotta all'Onda, e precisamente nel terreno sottostante ad alcuni grandi macigni, che ho già notati come esistenti alla parte media e destra dell' ingresso della Caverna, sonosi rinvenuti moltissimi altri oggetti, dei quali ecco l' elenco.

OPERE DI UOMO

Utensili — Ossa. — Quindici puntaroli di varia lunghezza in tarsi e metatarsi di Sus o di Ovis; Ventidue punte di giavellotti o frecce.

E qui faccio termine a parlare della grotta all'Onda e vengo a dire delle altre.

Il primo Settembre prossimo passato feci la mia terza gi-

Un ago sbozzato.

Due scarpelli, in frammenti di ossa lunghe probabilmente di Bos.

Tre brunitoi. Una vertebra dorsale probabilmente di Sus spaccata nel mezzo in un piano orizzontale, e poi levigato nella superficie di frattura, troncate le apofisi trasverse, e spinosa; simile ad alcune trovate nei Pirenei e considerate da alcuni osservatori come oggetti di ornamento o di culto. Varie altre ossa con manifeste tracce di lavorazione.

Denti. — Tre denti di Sus affilati sopra uno dei lati. Tre incisivi di Sus appuntati nella radice ad uso di piccoli puntaroli.

Cinque frammenti di denti canini di Ursus lavorati.

Corno. — Un nucleo di corno di capra ridotto a puntarolo, rotto nella sua cima. Porzione d'un bel corno di Cervo con tracce di lavorazione.

Pietra. — Una bella accetta in *Giada orientale* della lunghezza di cent. 6, larga al tagliente cent. 4, con filo obliquo, della spessezza al suo corpo di cent. 1.

Quattro frecce con alette, tre in piromaca ed una in diaspro.

Quattro punte di freccia in piromaca con una faccia concoide, e costolate dall'altra.

Ventisette coltellini o raschiatoi, 14 in piromaca, 12 in ossidiana, 1 in diaspro. Vari frammenti di pietra arenaria levigati in superficie ora concava ed ora convessa. Sopra gli altri è notevole uno di forma trapezoide con solchi longitudinali paralleli ed uno trasverso.

La metà di un disco lenticolare in marmo saccaroide, con due profonde impressioni circolari corrispondenti alla parte media delle sue due facce, del diametro di cent. 7.

Terre cotte. — Frammenti numerosi di cocci dell'impasto proprio della età antistorica, fra i quali è notevole uno di un vaso avente il suo orlo rovesciato all'interno.

Tre oggetti a forma di grandi fusaiole, una delle quali lenticolare; l'altra con piani assai convessi molto simile a quelle delle abitazioni lacustri della Svizzera; la terza molto più spessa, e a facce quasi piane. — L'impasto costituente questi tre oggetti in terra cotta ha grana più uniforme delle terraglie.

Conchiglie. — Cardium, Pectunculus con il solito foro circolare all'umbone — Un murex.

Ossa umane. — Un occipitale d'adulto mancante della porzione basilare. — Un dente molare di giovane. — Numerosi frammenti di resti animali già descritti, tra i quali un cranio di Cervo. Un dente ferino inferiore di Canis Lupus.

Una osservazione di molta importanza rispetto alle relazioni commerciali degli abitanti di Matanna mi era già stata fornita dal ritrova-

ta sulle Alpi Versiliesi, da Gello di Camajore (1) mi portai al paese di Casoli, quindi alla foce di San Rocchino che è un poco al di sopra di detto paese, e di là per un sentiero quasi pianeggiante presso che alla cima del monte di Cigoli versante di Levante, precisamente al piè di una balza detta il Ciurlajo, ove esiste una caverna denominata il Tamaccio. È questa scavata al solito nel calcare; facile ed ampio ne è l'accesso, l'apertura misura metri 9. 80 in larghezza, metri 6. 28 in altezza, guarda il Sud Ovest ed è elevata al disopra del mare circa metri 500.

Il suolo della grotta è pianeggiante; sull'imboccatura vegetano delle pianticelle Capel-venere, Paretaria ec.; quà e là sparso sul terreno qualche masso di calcare, notevole fra gli altri è uno più grande di tutti, che è verso il lato sinistro di chi entra, alto metri 2. 79, e lungo 1. 22, ha la forma di quei sedili in pietra che sogliosi figurare sulle scene di teatro, e di questo tornerò a parlare fra breve.

mento di oggetti appartenenti alla età della pietra pulita, e fabbricati in roccie non appartenenti alla costituzione geologica del paese, per cui se ne dovea dedurre necessariamente la importazione da luoghi più o meno lontani. Ma oggi col ritrovamento di una accetta levigata in Giada orientale, l'orizzonte commerciale di quelle tribù si estende grandemente, e possiamo senza tema di esagerare attribuire loro tali relazioni con altre tribù, da poter ricevere o cambiare questa materia prima, proveniente da tanto lontano, o per via di terra o fors' anco lunghesso la riva del mare a piccolo cabottaggio. — Se questa è l' ipotesi che per primo si presenta alla mente, potremmo anche supporre che gli abitanti di Matanna appartenessero a tribù indigene di quelle lontane regioni, e che stabilitesi qui da noi dopo lungo vagare per successive emigrazioni, e insieme agli usi a' costumi importassero anche nel nostro paese arnesi ed armi già fabbricatesi nella loro patria originaria, o la materia greggia per fabbricarne.

(1) Mi sia permesso di ringraziare pubblicamente l' amico Dott. Masseangiolo Masseangeli dimorante in Gello di Camajore alle di cui premure e gentilezze molto devo se la mia collezione Paleo-etnologica è copiosa; oltre avermi dato ospitalità in sua casa, mi ha anche procurato tutti quei mezzi possibili onde le mie escursioni avessero esito felice; è per suo mezzo che ho ottenuto dai Municipj di Camajore, Pietrasanta e Pescaglia il permesso di poter far indagini ed escavazioni a mio bell' agio nei monti appartenenti alle anzidette tre Comunità; un ringraziamento adunque di nuovo al Masseangeli e ai respettivi Sindaci anche in nome della scienza.

Poca la incrostazione stallatitica punta la stallamitica. Datomi a scavare in diversi punti, il deposito della grotta resultò così costituito; terreno vegetale alto da centimetri 10 a 16, commisto con detrito di calcare, quindi uno strato solido di colore gialliccio formato da piccoli e molteplici frammenti di calcare cementati per la massima parte insieme, da costituire un solido smalto naturale. Nelle escavazioni fatte su diversi punti, giunsi sino alla profondità di un metro nulla rinvenendo, e seguitando sempre lo stesso terreno. Non così però avvenne per uno scavo fatto sulla sinistra in vicinanza dell' apertura nella parte ima d' una insenatura che ivi esiste.

Il terreno vegetale lo trovai più alto (centimetri 20), remosso questo per la larghezza di un metro quadro, giunsi su due gran massi di calcare, tolti i quali, penetrai in una fenditura del monte obliqua da destra verso sinistra per chi guardi il fondo dell'antro, non più alta di centimetri 72 e lunga metri 2 e 20. Remossa la terra che esisteva là entro, non tardai a ritrovare alla profondità di centimetri 96 dal piano della caverna, pezzetti di carbone, frammenti delle solite terre cotte, ossa umane e di animali, conchiglie terrestri e marine.

Tolte accuratamente tutte queste reliquie che giacevano là insieme alla terra, m' imbattei dopo poco in altri due macigni assai più voluminosi dei precedenti e che per intiero riempivano lo spacco; per quanti sforzi e manovre facessi, ajutato dagli uomini che avevo meco, fu impossibile con gli arnesi che possedevo di toglierli dallo spacco. Però in altra mia gita che conto fare quanto prima, ho intenzione di rompere i due sassi con qualche piccola mina, poichè sono sicuro che sotto debbansi ritrovare altri oggetti del medesimo genere.

Ecco la nota della roba rinvenuta entro lo spacco della grotta del Tamaccio.

Avanzi organici.

Uomo. Una mascella inferiore di neonato e nella quale scorgesi benissimo la dentizione in via di formazione. Varie vertebre; Cervicali N. 3. Dorsali N. 7. Lombari N. 3; una di queste appartiene a individuo giovane. Clavicola 1. Varie co-

stole. Una porzione di Sterno. Due Omeri, Cubiti. Radj, varie ossa del carpo, metacarpo, falangi. Due Femori di giovane individuo mancanti della porzione epifisaria. Un frammento di femore destro d' adulto, porzione di corpo e condili. Tre Rotule. Una Tibia destra di neonato. Due Peroni, un Calcagno, un Astragalo, uno Scafoide, altre ossa del metatarso e falangi, tanto di giovane che d' adulto.

Ossa d' animali.

Varie ossa per la massima parte rotte di Bos, Cervus, Ovis, Sus. Denti di Ursus, di Cervus, di Sus, di Bos, due branche di mascella inferiore di Ovis. Alcune ossa d' Uccello.

Molluschi.

Questi sono terrestri e marini.

Terrestri. Varie Helix, (Zonites) e Ciclostoma elegans.

Marine. UNIVALVI. Tre Patelle. BIVALVI. Due Pectunculus.

Terre cotte e altri oggetti.

Sedici cocci, uno dei quali assai grande sembra sia appartenuto ad un ampio vaso alto per lo meno centimetri 20 a forma di catino, senza orlo nè piede, la terra ha il solito impasto, ma a grana fine, ed è levigato accuratamente tanto la superficie esterna, come l'interna. Gli altri cocci sono d'impasto più grossolano.

Quarantasei pallottole in terra cotta del diametro di due centimetri a tre, alcune hanno subìto una lunga cottura, altre meno, due son fatte con cenere e pezzetti di carbone. La terra con la quale sono impastate le pallottole, è ben diversa da quella dei cocci, perchè non provvista di granelli nè di sabbia, nè di quarzo, nè di pezzetti di carbone; nelle pallottole, che hanno subìto minor cottura l'impasto alla parte centrale è di color gialliccio come di argilla ocracea, uguale a uno strato che ho rinvenuto a grotta all'Onda nelle sue parti più profonde.

Un piccolo frammento di diaspro con segni che vi siano sta-

te tolte delle scheggie. Un ciottolo di fiume (Diorite?) ben levigato di forma ovoide, piatto, lungo centimetri 3, largo centimetri 2, spesso millimetri 5. Varj pezzi di cenere impastati con carboni.

Dalle cose rinvenute entro lo spacco nella grotta del Tamaccio qui sopra notate, mi pare che possa dedursi essere stata questa non un'abitazione umana preistorica, come ho detto per quella all'Onda, ma sivvero un sepolcreto. Infatti si hanno molteplici resti di ossa umane di varie età e forse di vario sesso, accumulate entro uno spacco, il quale è chiuso all'esterno da grosse pietre come la caverna di Aurignac e *Trou du Frontal* à Furfooz presso Dinant (1). La presenza insieme a questi resti umani di ossa d'animali, di denti, terre cotte e conchiglie (umili avanzi di una consacrazione funeraria), ci sta a convalidare in tale opinione; essendo cosa già ben nota che gli antichi popoli seppellivano i loro morti con le cose che furono care o appartennero al defunto; così oggetti di professione, d'ornamento ec.; resterebbe peraltro a sapersi a che servissero quelle pallottole in terra cotta; di simili fa pure menzione Gastaldi nella sua opera sulle Torbiere e Marniere d'Italia, e ne riporta anche un disegno (*Tav. VI fig.* 9); ma anche per lui ne resta oscuro l'uso. Le averle io ritrovate in un sepolcreto, più che a ritenerle come a prima vista si potrebbe credere proiettili forse per fionda, o balestra, m'induce a considerarle piuttosto come oggetti di rito funerario. La mancanza di crani di denti umani e di ossa del bacino può spiegarsi per l'imperfezione delle ricerche, impedite da forza maggiore; nè credo debba attribuirsi a costumanza funebre. Nuove ricerche più perfette sulla località dilucideranno questo punto.

Ora sarà a stabilirsi il più importante vale a dire a quale epoca rimonti detto sepolcreto. Tenuto ben conto degli oggetti rinvenuti con le ossa umane, come denti d'Ursus, ossa e denti di Bos, di Sus, di Cervus, di Ovis, alla qualità delle terre cotte, e anche se si vuole alle conchiglie, e ai due oggetti

(1) Vedi Ètude sur les cavernes des bords de la Lesse e de la Meuse par Edouard Dupont.

in pietra, non crederei errare col dirlo contemporaneo all'abitazione di Matanna. Infatti esaminati accuratamente i denti d' Orso questi mi son sembrati appartenere all' Ursus spelaeus; le terre cotte della stessa confezione di quelle di grotta all' Onda, le stesse specie d' animali, le ossa allo stesso grado di fossilizzazione ; le stesse conchiglie .

Ciò ammesso ne viene di conseguenza che possa ritenersi che il Tamaccio servisse di sepolcreto agli abitanti di Matanna; la vicinanza stessa delle due grotte (Chil. 1 $^1/_2$) e il facile accedere da una all' altra sempre più lo confermerebbe (1) .

Ora è tempo che io dica due parole intorno al masso di calcare che trovasi nel fianco sinistro della grotta, distante circa 10 metri dallo spacco ove rinvenni le ossa. La forma di questa pietra come ho notato può rassomigliarsi a uno di quei sedili che soglionsi mettere nelle prigioni o nei giardini di teatro; nella parte pianeggiante esistono due buche una più elevata dell'altra di forma quasi circolare, incavate nel masso, del diametro di circa centimetri 20, profonde altrettanto, e assai levigate; distano l'una dall'altra cent. 30, e sono comunicanti insieme mediante un solco. Possibile che questo masso e specialmente le buche servissero per qualche cerimonia funeraria agli abitanti preistorici? Il piano della grotta ci potrebbe stare a rappresentare la piattaforma della caverna di Aurignac ove si compievano i sacrifizj (2)? Vero è che nulla ho rinvenuto nel suolo della caverna di resti animali e d'altro, sebbene le mie indagini giro giro al masso per lo spazio almeno di più d'un metro in larghezza, e altrettanto in profondità, sieno state scrupolose. Può ammettersi però che una volta terminata la cerimonia gettassero il tutto col cadavere; di ciò potrebbe aversi la spiegazione negli ammassi di cenere trovati con le ossa, e frammisti di pezzi di carbone. Agli studiosi e dotti Paleoetnologici l'ardua sentenza, io non ho fatto che esporre la cosa .

(1) Grotte sepolcrali come quella del Tamaccio sono state scoperte in Francia nell'Hérault nel Comune di Loroque-Ainon .

(2) Anche nella caverna d' Aurignac sono stati trovati avanzi dell'Ursus spelaeus.

Riepilogando adunque diremo 1.° La grotta del Tamaccio fu un sepolcreto preistorico.

2.° Sepolcreto, probabilmente contemporaneo agli abitanti di Matanna, perciò dell'epoca dell'Ursus spelaeus.

Dalla Caverna del Tamaccio mi portai ad esplorare la buca del CENERE luogo detto *Ungicoli* monte di *Gabbari*, la buca di RITROGOLI alla cima del monte *Piglione*; la grotta di PENNABUJA nel monte alla *Fania* sulla destra del canale la Fania, la grotta della CHIESACCIA agli *Scaraporeti* monte del *Crocione* lato di levante, quella di RITOMBOLI vicina al frantojo Gigliotti fra Montramito e Camajore, la Grotta allo SPAZIOLO monte *Penna* versante Nord lato sinistro del torrente Ombricese poco sopra il mulino Cerù, quella delle FATE a Nardo, sotto il paese di *Pascoso*; quindi quella di SAGUILARI sotto il paese di *Groppa* luogo detto *Bozzi*; la BUCACCIA nel monte di *Lanciori* vicino alla ferriera Frediani luogo detto *Aliola*; altra pure denominata la BUCACCIA nel monte *Rosso* sulla sinistra del torrente le Coste; la buca di VERSEGLIERI luogo detto alle Mulina vicino al paese di Piegajo nel monte della *Polla*; la Tana di PEDOGNA nel monte di *Mosci* alla metà circa della valle di Convalle. La grotta di EOLO nel monte *Corchia*; la tana dell'UOMO SELVATICO nel monte di *Mosceta*; la buca delle FATE nel monte di *Palatina* fra il paese di Ripa e Porta, in questa rinvenni uno scheletro intero di Canis Lupus; la Grotta Buja nel monte di *Gabbari* presso il paese di Farnocchia.

Tutte queste sedici grotte sono nel calcare, quella del *Cenere* di *Ritrogoli*, di *Saguilari*, e di *Palatina* hanno apertura a pozzo, le altre nò. Tolto come hò già detto che in quella di Palatina, in tutte le altre sebbene facessi diligenti ricerche nulla rinvenni d'ossa d'animali fossili, quanto di oggetti d'una industria preistorici.

Da *Grotta buja* ritornai al paese di Farnocchia, di li mi portai a visitare altra caverna denominata dei GOTI o della GIOVANNINA (1) distante appena due kilometri. È questa aper-

(1) Sulla denominazione di Grotta dei Goti [illegible] questa caverna ecco ciò che mi hanno raccontato nel paese di Fa[illegible] . — La tradizione

ta come le altre nel calcare, è situata nel monte detto di *Colle maggiore* sulla sinistra del torrente di Giannino, e al di sopra del letto di questi metri 25, l'apertura è volta verso levante, larga metri 7.10, la caverna è lunga metri 12.10, facile ne è l'accesso. Il piano della caverna da prima è pari, quindi alla parte media un poco depresso, dipoi va salendo fino al fondo. Il deposito o suolo attuale della caverna è di spessore diverso, sul principio metri 0.50, alla metà 0.35, nel fondo metri 1.20: è costituito per la massima parte da ghiaiottoli di fiume; (forse in passato le acque del torrente lambivano la caverna e vi penetravano nelle piene) queste ghiaie sono cementate da incrostazioni calcaree granulose di color bianco gialliccio le quali formano masse latamente spongiose, e presentano le superfici delle cavità interposte ricoperte da ossido nero di ferro, e forse di manganese, però è da notarsi che il deposito dei detti ossidi è superficiale. È in questo deposito che ho rinvenuto ossa d'animali, terre cotte, carboni e oggetti d'umana industria.

Avanzi organici.

Uomo. Un dente incisivo superiore.

Animali. Fra le ossa d'animali sono per primo da notarsi quelle d'Orso e precisamente dello Speléo, frammenti di cranio, un mascellare superiore destro, un intermascellare, branche di mascella inferiore, più di quaranta denti, tanto di giovane, che di adulto, fra i varj canini sono da menzionarne sei, i quali per la forma farebbero credere appartenere ad

dice che allorquando i Goti si avvicinarono al paese di Farnocchia, tutti gli abitanti ne fuggissero, parte si nascosero in questa, altri nella *grotta buja* nel Monte di Gabbari; dopo qualche giorno essendo privi di acqua inviarono a prenderne a una vicina sorgente una fanciulletta per nome Giovannina, la quale sorpresa per strada dai Goti, e datasi alla fuga verso la grotta prima scuoprì così il nascondiglio dei suoi paesani, che tutti furono dai Goti passati a fil di spada. — Uguale sorte però non ebbero quelli ricoverati in *grotta buja* che quantunque scoperti, pur si difesero e sì energicamente, che riuscirono a far fuggire il nemico da quei paraggi. Da quel tempo la caverna nel monte di Colle Maggiore fu denominata dei Goti o della Giovannina.

altra specie di Orso. Infatti confrontati con quelli del *Priscus* da me rinvenuti in Parignana gli ho trovati somiglianti sia per il volume, sia per la curva, sia per la disposizione dello smalto. Ma questi caratteri stessi possono convenire ad altra specie, e forse la minor curva dei denti, la minor spessore, e la minor grandezza possono dipendere da differenza d'età e di sesso. Un più accurato esame delle ossa specialmente di quelle del cranio potrà risolvere il dubbio della convivenza dell'uomo anche con altra specie di *Ursus*, oltre allo *Spelaeus*. Insieme alle mascelle ho raccolte delle vertebre, delle costole, un bell'omero destro, un osso del pene completo della lunghezza di centimetri 21, un femore intero altri rotti, ossa del tarso, metatarso, carpo, metacarpo, falangi ungueali ec. Le altre ossa appartengono a Cervo, a Marmotta e a Bos, ma non sono in gran copia.

La quantità delle ossa doveva in detta caverna essere molto più abbondante; ma or sono dieci anni un abitante di Farnocchia dando ascolto a voci del paese di tesoro nascostovi, praticò varj scavi, gettando fuori dell'antro tutte le ossa che rinvenne; ciò mi è stato assicurato da un testimone oculare.

Utensili. *Ossa e Denti*. Fra gli oggetti d'industria umana è da annoverarsi un bel dente canino d'Orso spaccato per lo lungo; è semplicemente abbozzato forse ad uso d'istrumento tagliente o pungente. Un grosso stile fatto con cubito d'Orso, altre ossa d'Orso e di Cervo con segni di lavoro umano. Un omero di giovane Cervo forato da parte a parte poco al disotto della testa.

Pietra. Numero 8 scheggie. Una in Pftanite. Una in Piromaca le altre in calcare giurassico e in diaspro.

Varj frammenti di terre cotte uguali per lo impasto ai più ordinarj rinvenuti in grotta all'Onda.

Da questa breve nota degli oggetti rinvenuti, può dirsi che la grotta della Giovannina fu un'abitazione umana preistorica come quella di Matanna. Tenendo poi conto delle specie d'animali rinvenutevi, Ursus spelaeus e forse altra specie, non che degli utensili in pietra, in osso e in terra cotta molto rozzi; può ammettersi di un'epoca anteriore a grotta all'Onda.

Riepilogando ora il sin qui detto sulle varie caverne, mi sembra di aver dimostrato che la grotta *all' Onda* e quella dei *Goti* o *della Giovannina* furono abitazioni umane preistoriche contemporanee all'Ursus spelaeus. Quella della Giovannina forse di un' epoca più remota rispetto alle altre. La grotta del *Tamaccio* un sepolcreto umano preistorico forse degli abitanti di grotta all' Onda, in tutti i modi il deposito segna la medesima epoca.

Voglio sperare che gli studiosi di Paleo-etnologia accoglieranno con benigno compatimento questo mio cenno sulle caverne delle Alpi Apuane, intanto che sto compiendo un lavoro più particolarizzato, e meglio ordinato di quello che sia riuscito questo mio semplice annunzio; non tralascerò pertanto di fare altre escursioni onde visitare delle nuove caverne nei monti Apuani, che mi sono state di già indicate.

Se le mie fatiche saranno nuovamente coronate da felici successi, tanto meglio; sia per il mio povero lavoro che potrà riuscire con più ricca messe di materiali meno imperfetto, quanto per la collezione Paleo-etnologica del Museo Pisano che si arricchirà sempre più, giacchè, oltre il dono da me già fatto di tutte le cose rinvenute fino ad oggi, conto fare altrettanto per quelle che potrò rintracciare in seguito.

Si è perciò che tutti gli oggetti da me trovati, che ritroverò, o che mi verran donati appartenenti alla Paleoetnologia, non li considero come miei, ma bensì del pubblico. Adunque mi rivolgo a tutte quelle persone che posseggono oggetti antistorici, affinchè si prevalghino del mio mezzo (se credono) per donarli al Museo di Pisa; oppure essendo in caso di potermi indicare località atte alle mie ricerche, voglino darmene avviso, sicuri che per me non è movente sordida speculazione, ma solo il desiderio di essere utile al mio paese e alla scienza, che mi spinge a simile sorta di ricerche.

Terminerò questa mia preghiera con le stesse parole che il sig. Vouga indirizzava ai suoi connazionali in un articolo da lui pubblicato sulle abitazioni Lacustri Svizzere. « Les antiquités d'un pays lui appartiennent; ce sont des actes historiques que l'individu n'a pas le droit d'accaparer pour orner sa cheminée ou les jeter comme jouet à ses bambins.

« Aussi j'aime à croire que le public, dont cet article aurait
« pu attirer l'attention, ne profitera des renseignements qu'il
« contient que dans son intérêt même, c'est à dire en dépo-
« sant dans les collections publiques les objets qu'il pourrait
« decouvrir ».

DOTT. C. REGNOLI.

Amico carissimo

Tu ti sei compiaciuto affidarmi, contro mio merito, lo studio di quelle conchiglie fossili, da te estratte dalle grotte che con sì bel frutto hai indefessamente esplorato fino ad ora, e mi hai pregato di riferirtene il resultato; ond'io, fedele alla mia promessa, son pronto a renderti consapevole di quel poco che ho ricavato dalle mie osservazioni su quei resti di molluschi che superstiti alla falce del tempo hanno davvero conservato tale freschezza da giudicarli nella maggior parte tolti da giorni dal fondo dell'Oceano, o dai tronchi degli alberi o dai cespugli, ove avevano stanza allorquando vivevano. Al presente non è mia intenzione di enumerartene le specie, quantunque siano in iscarso numero, ma seguendo scrupolosamente la fisonomia di quella memoria che è a mia cognizione esser tu in procinto di pubblicare relativa alle ossa di animali e di uomo, e degli avanzi dell'industria umana delle antiche età rinvenute insieme a queste conchiglie, verrò mano mano riferendoti quelle poche mie idee che mi ha suggerito lo studio di quelle conchiglie, riserbandomi ad inserire nel tuo lavoro che in seguito darai alla luce, una descrizione alquanto diffusa e particolareggiata, di tuttociò che a tale scopo mi hai affidato, e che per dire il vero invoca uno studio ben più calmo e profondo, pria che ne offra conoscenza al mondo scientifico.

Ho presso di me conchiglie che tu togliesti dalla grotta all'Onda, da quella del Tamaccio, da quella di Parignana e di Vecchiano, delle quali spelonche è a te il compito della descrizione.

Se per poco si rifletta che il mare lambisse in antico le falde delle Alpi Apuane e dei Monti Lucchesi e Pisani, nel mentrechè ora ne dista di soli pochi chilometri, non recherà niuna meraviglia il sapere che tu abbia trovate fra le altre, anco alcune conchiglie marine. Esse appartengono ai generi, fra gli Univalvi, *Murex Triton*, *Strombus*, *Patella*, fra le Bivalvi, *Cytherea Cardium* e *Pectunculus*. La presenza di tali conchiglie in queste strane località riesce a mio credere facile a spiegarsi, riflettendo che l'uomo a cui l'arte della pesca non era ignota, stante i preziosi documenti di quei pochi ordigni giunti fino a noi, traesse dal mare quelle conchiglie delle quali doveva senza dubbio servirsi e per cibo e per ornamento. Per cibo, cosa conosciuta e gradita anco ai dì nostri, per ornamento, chiaro apparisce dall'essere quasi tutte queste conchiglie munite di fori, che si riconoscono fatti dalla mano dell'uomo, mercè la confricazione su pietra ad eccezione di alcune *patelle* che debbono esser state forate con oggetti acuminati, come puntaruoli ec. poichè presentando una superficie esterna piana, essendo fatto il foro da un lato, non sarebbero state adattate a ricevere la confricazione di una superficie egualmente piana. Mi giova presentemente notare per incidenza, come alcuni piccoli *Conus* furono estratti dalla grotta di Vecchiano muniti all'apice di foro, permettimi di grazia l'espressione, disegnato quasi col compasso. — Riguardo ad essi mi conferma l'opinione che servir dovessero per ornamento, il vedere che sono tutti della medesima dimensione, lo chè spiegherebbe, a mio credere, che l'idea di una certa simmetria, che l'amore e la tendenza ad un certo perfezionamento, anche per cose di secondaria importanza, fosse sorto e vagheggiato fra quelle genti, le quali nell'intenzione di formarsi un oggetto di ornamento, oltre al cercarlo fra le conchiglie, studiassero di scegliere queste in modo che avessero relazione le une colle altre non solo nella forma, ma ancora nella grandezza. Del resto, questa tendenza direi istintiva verso un perfezionamento in tutto ciò che era a loro contatto, ti appare senza che dobbiamo cercarne

tanto oltre i documenti, in quei tentativi di disegno eseguiti mercè le impressioni ungueali in tanti fra quei vasi ed utensili di terra cotta, di cui il tempo non ti ha voluto concedere che i frammenti. Perlochè tutto quello che io ti dicevo non sarebbe atto che a convalidare la verità di un fatto ormai conosciuto. Ma poichè lasciando libero il corso alla successione delle idee, ho invaso il tuo territorio senza che ne avessi la facoltà, son presto a tornare allo argomento che ora ci occupa. Alcune bivalve mi consegnasti eziandio, tolte dalla grotta dell' Onda (*Pectunculus*) forate tutte all' ima parte degli umboni, e tutte col medesimo mezzo della confricazione. Che l' ornamento a cui credo che servissero quei gusci di conchiglie fosse poi collegato con funicelle di capelli o crini, e posto o quale pendente alle orecchie o qual monile al collo od in altro sito del corpo, non avrei davvero dati positivi per asserirlo con certezza, e giudico che ciò rimarrà allo stato di supposizione.

È meritevole di osservazione come non sia comparsa nelle tue escavazioni alcuna conchiglia fluviale, e tanto più strano ciò apparisce in quantochè i corsi di acqua non ne sono lontani; bensì si offre alla vista dello studioso una copiosa raccolta di conchiglie terrestri la maggior parte delle quali in uno stato di conservazione decisamente ammirabile e tanto a maggior ragione poichè sono più soggette per la loro friabilità alle conseguenze del proceder dei secoli. Appartengono queste ai generi, *Helix* (in cui trovansi varie specie di *Zonites*) *Bulimus*, *Cyclostoma*. Fra le altre importanti si mostrano varie specie di belle *Helix* molte delle quali debbono esser servite di cibo come lo sono al presente ed in molti luoghi, ad esempio l' *Helix nemoralis* all' isola dell' Elba, l' *Helix aspersa* in Toscana ed altre molte. A convalidare tale mio supposto si presenta la circostanza che queste conchiglie, ad esempio l' *Helix nemoralis* nella grotta all' Onda furono da te rinvenute confuse a carboni e cenere resti evidenti dei pasti di quegli uomini primitivi.

Nella memoria che tu gentilmente mi hai offerto di inserire fra qualche tempo nel tuo lavoro, avrò campo di trattenermi a lungo sopra un fatto di cui ora mi limito ad accen-

nar la presenza. Alludo con ciò all' aver tu trovata fra le altre una specie (1) la quale benchè esistente in copia nell' alta Italia e nella Svizzera qui non si riscontra che in qualche raro individuo. Anzi, ti espongo, con qualche riservatezza però, come nello studiarla non sia alieno dall' opinare che appartenga ad una varietà della specie, varietà che, almeno per quanto è a mia cognizione, non si trova qui affatto vivente (2). Ciò mi sembra di preferenza se, oltre quelli della grotta all' Onda, io osservo gli esemplari della grotta di Vecchiano, nella quale ultima tu mi dicesti trovarsene in sì gran copia collegate colla breccia da potere senza ritegno, denominar questa, breccia conchiglifera.

Relativamente alla presenza di questa specie, un dì adunque vivente in questa località ed ora non più, o per lo meno rappresentata da rari esemplari o da varietà diverse, mi piace qui riferirti alcune osservazioni che mi sembra calzino appuntino per l' argomento e che furono esposte dal dotto e giovane Professore Arturo Issel in una sua memoria (3) che credo tuttora non pubblicata ed il di cui manoscritto Egli gentilmente mi comunicò « Anche nell' attualità » Egli dice « non sono mai rari « i casi di certe specie di molluschi le quali in brevissimo spa- « zio di tempo scompariscono da una località ». E cita Egli per esempio la scomparsa da Genova e dalla Liguria dell' *Helix muralis* che prima ad ogni piè sospinto si trovava vivente. Io pure nel Pisano potrei citare alcun simile esempio, senza però indovinarne la vera cagione, per quanto molte se ne potrebbero supporre. Io credo con qualche consistenza che la vera o almeno plausibile ragione nel nostro caso sia il sensibile cambiamento di clima. L' abbassamento dei monti pisani è teoria ormai entrata nel dominio della scienza, esposta e sostenuta validamente dai sommi scienziati Paolo Savi e Giuseppe Mene-

(1) *Helix cingulata*: Stud.

(2) Varietas *luganensis*: Schintz. Qualche esemplare di *Helix cingulata* fu trovata da altri vivente nelle Alpi apuane, però appartenente alla var. *bizona*: Rossm. e di dimensione alquanto maggiore.

(3) *Delle conchiglie raccolte nelle breccie e nelle caverne ossifere della Liguria occidentale* — per A. Issel.

ghini (1). Ora l' *Helix* della quale ti parlo appartiene a quel gruppo di conchiglie che frequenta i luoghi frigidi, come lo erano un tempo i monti Pisani, ove massimamente si trova fossile la specie; la qual temperatura assai bassa permetteva, anzi era idonea alle condizioni di vita e di propagazione di questa *Helix* .

Ora invece le montagne abbassarono, entrarono per conseguenza in una zona atmosferica più calda, e la specie ricusò di mantenervisi vivente lasciando sol documento di sè ai posteri in quei gusci d'altronde sì ben conservati, che potremmo di leggieri confonderli con quelli viventi.

La grotta del Tamaccio servir doveva di sepolcreto alle rozze genti abitatrici di quelle caverne. Le ragioni necessarie per stabilire questa verità sono oltre la mia sfera, e spettanti al compito che ti sei assunto e del quale avrai a quest'ora raggiunto in buona parte la meta. Le conchiglie adunque ivi presenti (*Patella*, *Pectunculus*, *Helix*, *Cyclostoma*) benchè non in gran numero di esemplari servir non potevano di cibo. E se di ornamento ai cadaveri le specie marine, non potevano servir a tal uopo quelle terrestri. Ti confesso che rimasi un pezzo in forse sull' opinione da abbracciarsi, onde rendermi ragione plausibile della loro presenza costì.

Alfine credo non esser lungi dal vero ritenendo che desse servissero o quali rappresentanti la moneta dovuta al traghettar della barca di Caronte od anche, e ciò con maggior fondamento, fossero gettate colà fra i cadaveri, come un'ultimo dono, un ricordo dei superstiti, i quali potevano verosimilmente prescegliere a tale scopo quelle cose le quali appunto perchè servivano fra le altre a soddisfar loro uno dei più prepotenti bisogni, la fame, erano perciò di primaria importanza.

Del resto, Amico carissimo, io getto poco meno che a caso queste mie supposizioni non abbastanza maturate, sì per la ristrettezza del tempo, sì per la difficoltà dell'argomento. Ac-

(1) *Dei movimenti avvenuti dopo la deposizione del terreno pliocenico nel suolo della Toscana ai quali sembra debbasi attribuire l'attuale configurazione della sua superficie* — Memoria del Senator Cav. Prof. Paolo Savi — *Nuovo Cimento*, fascicoli Aprile e Maggio 1863.

coglile con la tua conosciuta bontà per quello che meritano, rigettale anco se lo credi conveniente, che oltre il dartene piena licenza, ti confesserò che potrei benissimo io stesso non volerle più riconoscere per mie, allorquando uno studio più serio e più accurato mi diluciderà, come spero, questo ed altri punti che per me restano tuttora allo stato problematico, e mi permetterà di darne agli studiosi di tali dottrine una più decisiva contezza.

Abbimi sempre

Pel tuo Aff.mo
C. Gentiluomo.

Pisa 10 Novembre 1867.

Nota — Il numero 4 del Journal de Conchyliologie diretto dai sigg. *Crosse* e *Ficher* a Parigi mi toglie l'errore che io nutrivo, credendo che l'Issel non avesse pubblicato il suo Opuscolo di che sopra parlai. Egli lo dette alle stampe a Torino in questi ultimi mesi. Tanto per amore della verità.

Nota delle Caverne esplorate dal Dott. CARLO REGNOLI.

MONTI PISANI

	Nome		*Località*
1.	Grotta di Parignana	(nel calc.re cavern.so)	Parignana (Sopra le Molina di Quosa)
2.	Buca di Cardaleto	(idem)	
3.	Buca delli Sfatti	(idem)	Monte di Prato all' Olmo
4.	La Bucaccia	(idem)	
5.	Buca delle Borellaccie	(idem)	
6.	Grotta delle Fate	(idem)	Rupe Cava
7.	Grotta della Goccia	(idem)	
8.	Grotta alla Mandria vecchia	(nelli schisti)	Lungo la Strada che da Martello conduce a Pozzuolo
9.	Idem (seconda)	(idem)	
10.	Idem (terza)	(idem)	
11.	Buca del Tasso	(nelli schisti)	Pozzuolo
12.	Grotta al Castellaccio o del Tomei	(id.)	
13.	Buca della Pelata	(nel calcare cavern.)	Monte Orma
14.	Buca che urla	(idem)	
15.	Grotta di Mortelleto	(nelli schisti)	Monte dei Frati, o Monte di S. Cerbone
16.	Buca di S. Cerbone	(nel calcare cavern.)	
17.	Grotta del Pippi	(nel calcare marmoreo)	Monte Uliveto
18.	Grotta delle Fate	(idem)	
19.	Il Grottone	(idem)	
20.	Grotta di Noce	(idem)	Monte di Noce
21.	Grotta della Polla	(idem)	
22.	Grotta del Pino	(idem)	

MONTI PISANI (*oltre Serchio*).

N.	Grotta	Roccia	Località
*23.	Grotta di Maggiana	(nel calcare marm.)	Monte di Chiesa
24.	Grotta della Spinucola	(nel calcare cavernoso)	Sassi rossi vicino a Avane
*25.	Grotta o spacco di Castello	(nel calcare marmoreo)	Monti di Vecchiano
26.	Grotta del Nibbio	(idem)	Monti di Vecchiano
27.	Buca delle Fate	(idem)	Monti di Vecchiano
28.	Buca al frantoio del Prini	(nel calcare cavernoso)	Monte d'Avane
29.	1.ª Grotta al Paduletto	(nel calcare marmoreo)	Monti di Pietra a Padule
30.	2.ª Grotta al Paduletto	(idem)	Monti di Pietra a Padule
31.	3.ª Idem	(idem)	Monti di Pietra a Padule
32.	4.ª Idem	(idem)	Monti di Pietra a Padule
33.	5.ª Idem	(idem)	Monti di Pietra a Padule
34.	1.ª Buca di Conca	(idem)	Monte di Conca
35.	2.ª Idem	(idem)	Monte di Conca
36.	1.ª Grotta di Barcagnana	(idem)	Monte alla Baccanella
37.	2.ª Idem	(idem)	Monte alla Baccanella

ALPI APUANE

N.	Grotta	Roccia	Località
38.	1.ª Caverna delle Granatelle	(nel calcare marmoreo)	Monte Fornello presso Massa
39.	2.ª Idem	(idem)	Monte Fornello presso Massa
40.	3.ª Idem o di Nartecchia	(idem)	Monte Fornello presso Massa
41.	Caverna della Palazzetta	(idem)	Monte Fornello presso Massa
42.	2.ª Idem	(idem)	Monte Fornello presso Massa
43.	La buca del Diavolo	(idem)	Monte Bruciana
44.	Buca delle Fate	(nel calcare cavernoso)	Monte Aguzzo
45.	Idem	(idem)	Monte Aguzzo
46.	Buca delle Fate	(calcare marmoreo)	Monte della Tambura
47.	Buca della Sperucola	(idem)	Monte Rondinaio
*48.	Grótta all'Onda	(idem)	Monte di Matanna

*49. Grotta del Tamaccio	(calcare marmoreo)	Monte di Cigoli
50. Buca di Ritrogoli	(idem)	Monte Piglione
51. Buca del Cenere	(idem)	Monte di Gabbari
52. Grotta di Pennabuia	(idem)	Monte alla Fania
53. Grotta della Chiesaccia	(idem)	Monte del Crocione
54. Grotta delle Fate	(idem)	Monte di Ritomboli
55. Grotta allo Spaziolo	(idem)	Monte Penna
56. Grotta delle Fate	(idem)	A Nardo vicino al paese di Pascoso
57. Grotta di Saguilari	(idem)	Sotto il paese di Groppa (Bozzi)
58. La Bucaccia	(idem)	Monte di Lanciori
59. La Bucaccia	(idem)	Monte rosso
60. La Buca di Verseglieri	(idem)	Monte della Polla vicino a Pescaglia
61. Buca delle Fate	(idem)	Monte della Polla vicino a Pescaglia
62. Tana di Pedogna	(idem)	Monte di Mosci
63. Grotta di Eolo	(calcare salino)	Monte Corchia
64. La tana dell'Uomo selvatico	(cal.marm.)	Monte di Mosceta
*65. Buca delle Fate	(calcare cavernoso)	Monte di Palatina
66. Buca al Salto della Cervia	(idem)	Monte di Palatina
67. Grotta buia	(calcare marm.)	Monte di Gabbari
*68. Grotta della Giovannina o dei Goti	(calcare marmoreo	Colle maggiore

ISOLA DI GORGONA (*Arcipelago toscano*).

*69. Grotta di S. Gorgonio	(giurassico)	Monte dei Corvi

ISOLA DI CAPRAIA (*Arcipelago toscano*).

*70. Grotta della Seccatoia	(trachite)	Punta della Manza lato di ponente dell' Isola.

N.B. **Le grotte ove esiste l'asterisco sono quelle nelle quali ho rinvenuto ossa fossili d'animali, o d' uomo, o oggetti d'industria.**

L'ATROFIA DELLE OSSA DA PARALISI; STUDJ FISIOPATOLOGICI DEL PROF. FASCE LUIGI E DETERMINAZIONI CHIMICHE DI DOMENICO AMATO PREPARATORE NEL GABINETTO DI CHIMICA DELL'UNIVERSITA' DI PALERMO.

Perchè il lettore possa meglio conoscere l'importanza delle mie conclusioni, credo utile ricordare le opinioni dominanti, e le diverse descrizioni riportate dai moderni trattatisti, sulla atrofia delle ossa.

Scrive Cruveilhier (1): « Les os atrophiés, par un exception qui tient à leur solidité, ne diminuent pas des volume, mais ils conservent exactement leurs trois dimensions: longueur, largeur et epaisseur. Leur atrophie se révèle par la raréfaction de leur tissu, dont les vides sont remplis par la graisse ou suc médullaire........ J'ai comparè les os d' un squelette, ainsi atrophié par rarèfaction, aux os d'un squelette dans l'état naturel: c' est exactement le même volume, ce sont ler mêmes formes, les mêmes éminencer et les mêmes dépressions à la surface; la grande différence est dans le poids... Lors donc que nous trouvons une inégalitè de volume entre les os homologues des deux côtés, nous pouvons avoir la certitude que l'atrophie du membre a eu lieu à une époque qui à précedé le dévoleppement complet. Dans ce cas il n'y a donc pas de raccurcissement, mais bien defaut, arrêt de

(1) *Traité d'Anatomie pathologique générale* par J. Cruveilhier, tome troisième, 1856, pag. 190.

développement...... La raréfaction, voilà le vraie mode, on doit même dirè le seul mode d'atrophie pour ler os; on pourrait ajoutér que l'atrophie morbide n'est véritablement que l'exagération de l'atrophie normale du vieillard décrépit dont la locomotion est si limitée. Dans l'état physiologique comme dans l'état patologique, l'atrophie osseuse est la conséquence du dèfaut d'exescice ou de l'immobilité.... Les os spongieux raréfiés se coupent par le scalpel avec la plus grand facilité.... le corps des os longs prèsente sans doute une augmentation considerable dans son canal médullaire, et en outre la séparation par du tissu adipeux des diverses lames qui costituent son tissu compacte, l'absorption incompléte de ses lames profondes, si bien qu'il ne reste vraiment de compactes que les conches les plus superficielles de l'os.... Mollesse et sécabilité, voilà les attributs des os spongieux atrophiés; sécabilité et fragilité, voila ceux de l'atrophie des os longs».

Kölliker (1) dice: « Le atrofie delle ossa appaiono come graduata scomparsa delle ossa ordinariamente in seguito di morbi cronici, di paralisi, anchilosi, o come rarefazione di singole parti del tessuto osseo, analogamente all'atrofia senile, nella sifilide, nella paralisi, ec. »

Förster (2) scrive: « l'atrofia delle ossa è prodotta dalla scomparsa del tessuto osseo già formatosi nelle ossa in via di accrescimento, ed in quelle mature.

I. Questa scomparsa verificasi uniformemente in tutte le parti dell'osso, per cui questo è impiccolito in tutte le sue dimensioni e diventa più leggero dell'osso normale; il suo strato corticale è assottigliato, le trabecole degli spazi midollari sono più deboli e in parte scomparse, la cavità midollare corrispondentemente alla diminuzione di volume dell'osso è impiccolita (atrofia concentrica). Questa alterazione si è osservata nelle ossa di arti, che in seguito di paralisi o fratture lussazioni, anchilosi dell'articolazioni sono stati per lungo tempo completamente immobili.

(1) *Trattato di Istologia umana* per Kolliker tradotto dal Dott. Raffaele — Napoli 1866, pag. 218.

(2) *Manuale di Anatomia Patologica Speciale* di Förster tradotta dal Dott. Del Monte, Napoli, 1867, pag. 622.

II. La grandezza e la forma dell' osso si conserva, ma nell' interno si avvera scomparsa della sua sostanza, quindi la sua cavità o spazi midollari appaiono molto ingrossati, la parte corticale però è molto assottigliata (atrofia eccentrica). Nelle ossa tubulari l' atrofia comincia nel tessuto reticolare, che circonda la cavità midollare, la cui rete di trabecole diventa molto sottile, ed a poco a poco sparisce, mentre gli spazi midollari diventano più larghi e finalmente si fondono tra loro servendo all' ingrossamento della cavità midollare. Allora gli spazi midollari della sostanza corticale compatta diventano più larghi, la sostanza stessa si disgrega in singole lamine e viene trasformata in un tessuto reticolare prima a maglie strette, poscia più larghe il quale finalmente in alcuni punti scomparisce totalmente, dopo di che le due lamine della sostanza corticale vengono a toccarsi e finalmente si fondono. Nelle ossa corte gli spazi midollari diventano anormalmente larghi ed i setti ossei degli stessi molto sottili. In seguito a queste alterazioni le ossa diventano molto friabili, le ossa tubulari lunghe si piegano facilmente e si spezzano (fragilità vitrea). Non di rado la parte corticale conserva la sua spessezza, ma appare traversata da numerosi pori (osteoporosi)...... L' osservazione microscopica delle lamine ossee di ossa atrofiche fa scorgere un notevole ingrossamento dei corpuscoli ossei ripieni talvolta di granuli di grasso ed una sostanza fondamentale fibrosa.

III. La grandezza e la forma dell' osso resta, almeno in principio, intatta, ma in seguito ad un esteso riassorbimento dei sali calcarei ed atrofia delle lamine ossee, le ossa stesse diventano molli, si lasciano tagliare col coltello e talvolta si può fare una impressione calcando fortemente con un dito (osteomalacia) ».

Vierordt nella sua fisiologia dice che le ossa, successa la morte per inanizione, scemano di $^1/_6$ del loro peso.

Alfonso Milne Edwards scrisse (1) nel 1860 e 1861 due interessanti monografie sulla composizione delle ossa in rap-

(1) *Études chimiques et physiologiques sur les os* par M. Alphonse Milne Edwards. Annales des sciences naturelles, Zoologie, t. XIII, Paris 1860, t. XV, 1861.

porto a molte condizioni fisiologiche e anche patologiche delle medesime. L'autore ha per precipuo intento in queste memorie di dimostrare: 1.° che la sostanza ossea è il risultato della combinazione dell'osseina coi sali calcarei dell'osso, e più specialmente col fosfato di calce; 2.° che il carbonato di calce delle ossa sembra essere, almeno nella maggior parte, un prodotto della decomposizione del fosfato di calce determinata dai liquidi dell'organismo.

Io debbo fare astrazione dal concetto generale dell'opera, e soltanto credo opportuno di riprodurre quei fatti che possono avere uno speciale interesse nello studio delle ossa atrofiche, distribuendoli nell'ordine stabilito dall'autore nelle sue monografie, e sono i seguenti:

I. Dopo aver citati Thilenius, Davy, Sebastian, Frerichs, Rees, Bibra, i quali convengono nell'ammettere che le ossa dei giovani animali contengono meno sostanze inorganiche delle ossa degli animali adulti, e queste anche meno delle ossa dei vecchi, e citati per contro Stark, Lehmann e Fremy i quali dicono che l'età non ha alcuna influenza sulla composizione delle ossa, l'autore conclude coll'ammettere: 1.° che nella prima età la proporzione del carbonato di calce è meno forte che nell'adulto e nei vecchi. Nelle sue analisi la proporzione del carbonato calcico non oltrepassò mai nei bambini il 6,07 per 100, e negli adulti ebbe una media di 8 a 11 per 100; 2.° che negli animali giovani la proporzione delle materie terrose in genere è meno forte che negli adulti: ma che queste variazioni non dipendono da speciali differenze nella natura del tessuto osseo, ma bensì dalla maggiore o minore quantità di vasi che s'intromettono nelle ossa, e che nelle analisi vengono compresi colla osseina.

II. L'autore concorde colle analisi di Bibra e di Frerichs trovò che le materie inorganiche complessivamente sono in minori proporzioni nella sostanza spugnosa delle ossa, che nella compatta: però la proporzione del carbonato di calce è maggiore in quella che in questa.

III. Le ossa più ricche di materie calcari sono quelle destinate a maggiori resistenze e a fare maggiore lavoro. Negli uomini che adoperano più il braccio destro che il sini-

stro, l'omero destro si trovò di qualche piccola quantità più ricco di materie calcari. Negli uccelli destinati al volo trovasi maggior quantità di sostanze inorganiche negli omeri che nei femori, e nei pipistrelli trovava l'autore 64,70 per 100 di materie terrose negli omeri, e 64,0 nei femori.

IV. Il sesso pare non abbia azione alcuna sulla composizione delle ossa, benchè in generale lo scheletro delle donne sia in rapporto al peso del corpo più leggéro che nell'uomo.

V. Gli animali mal nutriti e magri hanno le ossa quasi completamente prive di grasso. L'influenza del regime alimentare può farsi sentire sulla composizione delle ossa, i cani sottomessi ad un vitto feculento e zuccherato presentarono meno materie terrose, e particolarmente meno carbonato di calce, dei cani nutriti esclusivamente di carne e di sostanze grasse, e tutti questi animali ricevevano del fosfato di calce a discrezione, dando loro a rosicchiare ossa che avevano bollito.

VI. Le ossa rese immobili per taglio dei nervi, o fatte ipertrofiche, mostravano minore quantità di carbonato di calce, che le ossa corrispondenti sane del medesimo animale.

VII. Nella seconda monografia del 1861 Milne-Edward, coll'analisi delle ossa di tre piccioni, due dei quali erano stati nutriti con grano, riso, mais e miglio scorticati, e il terzo con detti semi forniti della loro corteccia, conclude che gli uccelli privati di sali calcarei nel loro vitto presentano un tessuto osseo tanto ricco di sostanze inorganiche, come le ossa degli uccelli alimentati in condizioni normali. Da questi fatti deduce che il tessuto osseo è riassorbito in massa, e che questo tessuto non è un miscuglio, ma una combinazione del fosfato in massa, e che questo tessuto non è un miscuglio, ma una combinazione del fosfato di calce colla osseina.

In una monografia che pubblicai nel 1866 (1) concludevo relativamente al tessuto osseo quanto segue:

(1) *Di alcuni processi regressivi dei tessuti muscolari, nervoso e osseo*, ricerche del Prof. Fasce, vol. I, pag. 288.

« 1. Dopo 40 giorni almeno della recisione dei nervi e della consecutiva paralisi, osservai tanto negli arti anteriori che nei posteriori dei conigli, una costante diminuzione di peso nelle ossa degli arti paralizzati.

« 2. Le ossa degli arti paralizzati messi nella medesima soluzione d'acido idroclorico assieme alle ossa dell'arto sano corrispondente, si fanno molli molto prima delle ossa compagne.

« 3. La differenza di peso tra le ossa fatte molli per la sottrazione dei sali calcarei, diventò assai minore della differenza registrata quando le ossa furono pesate fresche e appena spogliate dalle parti molli.

« 4. Le ossa degli arti paralizzati mostrarono il cavo midollare più ampio, ed un evidente assottigliamento delle pareti loro nella diafisi, fatto confronto colle medesime ossa dell'arto corrispondente sano.

« 5. La diminuzione di peso nelle ossa degli arti paralizzati dipende, in parte da minor copia di sali calcarei per ogni volume eguale di tessuto osseo, in parte da una diminuzione della sostanza organica medesima per minore nutrizione: onde possiamo considerare in queste ossa una nutrizione minore e nel medesimo tempo anormale ».

Detta monografia aveva per speciale intento di completare le mie ricerche sull'atrofia muscolare, e soltanto fu per incidente che profittando degli arti atrofici per taglio dei nervi, volli estendere il mio esame alle alterazioni che le fibre nervose e le ossa avevano sofferte in questi arti medesimi.

La diminuzione del peso nelle ossa venne allora osservata in tre conigli operati col taglio del plesso brachiale, dei quali uno a destra e due a sinistra, e nelle ossa della gamba in altri tre conigli operati colla recisione del nervo sciatico destro, e sempre nell'arto corrispondente all'operazione.

Le suddette conclusioni sulle ossa furono in vero alquanto precipitate, ove si consideri al ristretto numero degli sperimenti ed al metodo adoperato, ma non perciò mi sono ingannato.

Denudate le ossa dalle parti molli, ne prendevo il peso, venivano poi immerse in una soluzione d'acido idroclorico che non ho mai determinata, e quindi estratte, erano di nuovo pesate con una bilancia soltanto sensibile al peso di gr. 0,05. — Non venne mai analizzata la soluzione acida dopo che teneva disciolte le sostanze inorganiche sottratte alle ossa. Nulla però venne mai trascurato nell'esame anatomico e istologico delle ossa che erano in esame.

Dal complesso dei fatti osservati mi credei autorizzato alle suddescritte conclusioni, dalle quali risultava, che nelle ossa degli arti paralizzati la proporzione delle sostanze inorganiche era minore che negli arti corrispondenti, perchè si facevano costantemente molli e flessibili prima di queste nelle soluzioni acide, e risultava inoltre in dette ossa una diminuzione in peso delle sostanze organiche, perchè persisteva ancora una differenza tra le ossa fatte molli e spogliate dai sali terrosi.

In quali proporzioni diminuì l'osseina, e in quali le sostanze terrose? Il metodo tenuto non mi permetteva di rispondere a questi quesiti.

I fatti e le conclusioni della precitata monografia trovarono una solenne conferma negli sperimenti e nelle determinazioni chimiche che vado ora ad esporre, e queste determinazioni mi permetteranno di soddisfare a molti quesiti che non potevo sciogliere coi soli dati prima d'ora raccolti.

II.

Dal 12 al 18 dicembre penetrando tra il margine interno della scapula e la colonna vertebrale recidevo, senza dar luogo ad emorragia, il plesso brachiale in nove piccioni.

Questi animali furono tutti egualmente nutriti con grano e riso, e tutti vissero riuniti in una medesima camera; questi piccioni furono uccisi a diverse distanze, uno cioè dopo 23 giorni, un secondo dopo giorni 30, un terzo dopo giorni 70, un quarto dopo giorni 75, un quinto dopo giorni 80, e gli altri quattro dopo cinque mesi dal giorno dell'operazione.

Per più facile intelligenza ed esposizione dei fatti, questi piccioni vennero da me numerati in rapporto all' epoca della loro morte, e perciò diremo num. 1 quello che visse 23 giorni, num. 2 quello che visse 30, e così di seguito.

È inutile il dire che tutti avevano completamente paralitico l' arto corrispondente alla recisione dei nervi: e questa recisione fu praticata nel secondo piccione a destra, e negli altri tutti a sinistra.

Nel 18 dicembre recidevo pure il plesso brachiale in un coniglio, ed in altro recidevo lo stesso plesso nel 27 dicembre: moriva il primo dopo sei giorni, era ucciso il secondo nel 22 febbraio, cioè 55 giorni dopo l' operazione.

Prima di denudare le ossa da tutte le parti molli, per passare al precipuo soggetto del nostro lavoro, esaminai la struttura delle fibre muscolari e delle fibre nervose superiori e inferiori alla recisione negli arti resi paralitici: e queste osservazioni confermarono sempre quanto già scriveva nei miei precedenti lavori sui processi regressivi del tessuto muscolare e del tessuto nervoso.

Le fibre muscolari di questi arti mostrarono una atrofia primitiva ossia una progressiva diminuzione dei loro diametri senza alcuna traccia di degenerazione grassosa. Nel solo piccione num. 3 trovai un infiltramento grassoso interstiziale alle fibre muscolari, ma i fascetti primitivi non contenevano globoli grassosi.

I muscoli atrofici eccitati coll' apparato d' induzione mostravano manifeste contrazioni, benchè sempre minori di quelle che si destavano per lo stesso stimolo applicato ai muscoli corrispondenti dell' arto opposto.

L' atrofia primitiva per il fatto della paralisi degli arti, è sempre più marcata nei giovani animali, nei quali l'atrofia si associa alla deficienza dello sviluppo delle fibre muscolari, che negli animali adulti. Non v' ha dubbio che nel caso di animali non ancora completamente sviluppati, fatto il confronto delle fibre muscolari dell' arto sano coll' arto paralitico, la differenza deve risultare necessariamente maggiore.

Negli otto piccioni in esame l' atrofia muscolare non

progredì regolarmente colla durata della paralisi: l'atrofia dei piccioni che vissero cinque mesi dopo la recisione di un plesso brachiale, non era maggiore di quella che ho trovata nei piccioni morti dopo un solo mese di paralisi: anzi in alcuni di detti animali che vissero fino a cinque mesi, la atrofia delle fibre muscolari era evidentemente minore che ne' primi quattro piccioni che vissero molto meno.

Questi fatti sono una conferma di quanto scriveva nella precitata memoria (1) nei termini seguenti: « fra i conigli operati al plesso brachiale, quello che visse 40 giorni dopo l'operazione aveva il diametro medio $0^{mm},044$ nelle fibre muscolari del braccio paralizzato: quello che visse 51 giorni aveva questo diametro di $0^{mm},043$: quello che visse 71 giorni aveva questo diametro di $0^{mm},045$.

« Tra i conigli a cui venne reciso lo sciatico, quello che visse 70 giorni dopo l'operazione aveva il diametro delle fibre muscolari dei muscoli gemelli nell'arto paralizzato, eguali al diametro delle medesime fibre, osservai nei conigli che sopravvissero all'operazione soltanto 70 giorni.

« Il piccolo numero dei conigli da me esaminato non mi autorizza a stabilire una legge generale; ma fu per me un fatto costante, che passato un dato tempo, l'atrofia non progredì ».

In oggi un maggior numero di osservazioni mi autorizza a dare maggiore importanza a questo fatto, che vedremo ripetersi anche nelle ossa.

Ma quale è la causa di questo arresto nel processo dell'atrofia? Io credo che la rigenerazione delle fibre nervose degenerate per la recisione del plesso, restituendo qualche movimento nei fasci muscolari, possa e debba arrestare il processo regressivo dell' atrofia, e credo pure che un processo di rigenerazione nelle fibre muscolari, potrebbe far cessare ogni traccia della preceduta atrofia, se l'arto reso paralitico potesse riacquistare i suoi liberi e totali movimenti. Ma questa restituzione della totalità dei movimenti è impossibile per le anchilosi, ossia per le forti briglie di

(1) Memoria citata, pag. 310.

tessuto connettivo, che si formano presso le articolazioni, le quali tendono a stabilire una permanente flessione dell' arto.

L' esame dei nervi confermava la prima conclusione della precitata memoria nella quale scrivevo « per il fatto della recisione di un nervo ha luogo la degenerazione in grasso della sostanza midollare delle fibre nervose inferiori al punto reciso: le fibre superiori si conservano normali eccettuato un piccolo tratto di pochi millimetri contiguo alla recisione operata ».

La degenerazione nei cordoni inferiori al taglio era manifestissima nel primo piccione e nel secondo coniglio, e detta degenerazione era tanto generale e completa in tutte le fibre del nervo, da escludere il dubbio emesso da qualche fisiologo, che possano le fibre nervose della sensibilità restare normali in mezzo ai cordoni nervosi misti, e non vengano affette dalla degenerazione come le fibre motrici.

Il piccione num. 2 che visse un solo mese dopo il taglio del plesso brachiale destro, mostrava già nelle fibre nervose inferiori alla recisione un principio di rigenerazione: questo processo di rigenerazione era naturalmente più manifesto nel piccione num. 3, e sempre più marcato in tutti i piccioni successivi, che vissero maggior tempo dopo l' operazione.

I fascetti nervosi, le cui fibre erano in periodo di rigenerazione, trasmettevano pure ai muscoli l' eccitamento galvanico; infatti applicati i reofori del rocchetto d' induzione su questi nervi, si vedevano manifeste contrazioni muscolari. La funzione ritornava di pari passo colla normalità anatomica, come la funzione ossia la eccitabilità di queste fibre agli stimoli, cessava col progredire della loro grassosa degenerazione.

Tutte queste fibre nervose, nelle quali si vedeva la ricostituzione della sostanza midollare, conservavano un diametro molto minore delle altre fibre normali corrispondenti nell' arto opposto, e si mostravano varicose quali appaiono sempre al microscopio le tenui e delicate fibre nervose del midollo spinale o dei centri encefalici.

Il processo di rigenerazione delle fibre nervose si mostrò costantemente più avanzato nel primo tratto inferiore alla recisione, che nelle fibre nervose più periferiche, e tutto naturale è il fenomeno, giacchè se per il fatto del taglio degenerano, tosto è fatta la ricongiunzione dei capi divisi, le parti più prossime alla riunione devono necessariamente godere le prime della benefica influenza dei centri.

Dimodochè se la degenerazione procede, come concludevo nella precitata memoria, dalla periferia al centro, la rigenerazione invece procede dalle parti più centrali alle parti più periferiche.

Ma passiamo all' esame delle ossa.

Spogliate queste da tutte le parti molli per mezzo della macerazione in acqua pura, si lasciarono asciuttare al sole. Erano soggetto del nostro esame gli omeri e le ossa cubito e radio dei nove piccioni operati, e quelle del coniglio che visse 55 giorni dopo la recisione del plesso brachiale.

Nessuno di queste ossa mostrò traccia alcuna di ipertrofia, nè di esostosi, nè di alterazione visibile alcuna nella loro forma.

La semplice ispezione oculare non mostrava alcuna differenza nel volume apparente, e faceva credere soltanto ad una maggiore trasparenza nelle ossa corrispondenti all' arto paralizzato.

Riservati per l' esame dei pesi e delle determinazioni chimiche, tutti gli omeri del coniglio e dei piccioni, escluso quello del num. 4 che si ruppe nello spogliarlo dalle carni, destinai questo stesso e le ossa cubito e radio all' esame microscopico. Praticai molte sezioni nella diafisi dei due omeri del piccione num. 4, e nella diafisi dei cubiti di quattro piccioni, molte sezioni praticai pure nei capi articolari di queste ossa.

Nessuna differenza di struttura mi riuscì riuvenire nella sostanza compatta della diafisi delle suddette ossa, nè alcun aumento nel diametro dei loro canali vascolari; soltanto sarei disposto a credere, non senza qualche riserva, che gli spazi midollari della sostanza spugnosa dei capi articolari, fossero alquanto più ampi e più sottili i tramezzi ossei,

nelle ossa corrispondenti agli arti rimasti immobili per la paralisi dell'arto.

Esaminai pure il diametro dei corpuscoli ossei comparativamente nelle ossa degli arti sani e dei paralizzati, ma non trovai alcuna differenza non solo nel diametro loro ma neanche nel loro contenuto.

Dall'esame anatomico passai all'esame fisico.

I pesi delle ossa furono presi in compagnia del Professore Caliri, colla bilancia di precisione di Deleuil.

Quadro comparativo del peso delle ossa omeri nei piccioni e nel coniglio operati colla recisione del plesso brachiale.

ANIMALI	GIORNI DI VITA dopo l'operazione	PESO dell' omero dell' arto sano	PESO dell' omero dell' arto paralitico	DIFFERENZA
Piccione N.° 1	23	Omero destro . . . gr. 1,75	Omero sinistro gr. 1,55	— 0,02
— 2	30	— sinistro . . . . » 0,88	— destro . » 0,71	— 0,17
— 3	70	— destro . . . » 0,79	— sinistro » 0,56	— 0,23
— 5	80	— destro . . . » 1,50	— sinistro » 0,96	— 0,54
— 6	MESI 5	— destro . . . » 0,91	— sinistro » 0,69	— 0,22
— 7	5	— destro . . . » 1,12	— sinistro » 0,97	— 0,15
— 8	5	— destro . . . » 1,26	— sinistro » 0,99	— 0,27
— 9	5	— destro . . . » 0,72	— sinistro » 0,49	— 0,23
Coniglio . . .	»	— sinistro . . . » 2,14	— destro . » 1,83	— 0,31
— . . .	»	Cubito e radio sinistri » 1,70	— destri . » 1,43	— 0,27

Prego il lettore di notare come le diminuzioni di peso registrate nel quadro precedente non sieno affatto proporzionali alla durata della paralisi: infatti la diminuzione massima di peso fu di gr. 0,54 nel piccione num. 5 che visse 80 giorni dopo la operazione, e la più forte diminuzione osservata nei piccioni che vissero paralitici cinque mesi è di gr. 0,27, e perciò poco maggiore di quella mostrata dal piccione num. 3.

Osservo ancora che il piccione num. 7, mostrò una diminuzione di peso nelle ossa dell'arto paralitico già da cinque mesi, di soli gr. 0,15, e perciò inferiore a quella mostrata dai piccioni num. 2, 3, 5, e tra questi il num. 2 viveva appena un mese in istato di paralisi.

Per spiegare l'arresto del processo dell'atrofia nelle ossa deve richiamare le riflessioni fatte per darmi ragione dell'arresto osservato nel processo dell'atrofia muscolare.

Col ritorno delle contrazioni muscolari le ossa incominciano a fare un qualche lavoro, e più un'attiva nutrizione si ristabilisce in tutto l'arto: queste due condizioni devono necessariamente migliorare lo stato anatomico dell'osso, arrestare il processo regressivo, e stabilire un processo attivo che tende a ricostituire l'osso nelle sue primitive e normali condizioni.

La diminuzione del peso assoluto di un osso esprime senza dubbio un processo regressivo, una atrofia, ma lascia troppo a desiderare nei dettagli.

Infatti la semplice diminuzione del peso può tanto dipendere dalla scomparsa in massa di una parte del tessuto osseo, quanto da una perdita da esso sofferta in qualcuno soltanto dei principi che lo compongono; come pure, devo aggiungere, da modificazioni nella struttura ossia nello stato anatomico dell'osso medesimo.

Tentai di prendere il peso specifico delle ossa delle quali avevo già il peso assoluto, ma fu vano ogni tentativo. Tosto immerse le ossa, molte bolle d'aria si vedevano comparire alla superficie del liquido, l'acqua penetrava attraverso i canali vascolari negli spazi midollari, e penetrava in modo così ineguale nelle diverse ossa, messe anche nel

vuoto sotto la campana pneumatica, che la perdita di peso che soffrivano nell'acqua, ossia l'acqua che spostavano non poteva rappresentare nè il volume apparente, nè il volume reale di queste ossa.

Determinazioni chimiche di D. Amato.

« Il processo da me tenuto nella determinazione in peso del residuo della calcinazione delle ossa è stato il seguente:

« Polverizzati in un mortaio di porcellana gli omeri paio a paio, e separatamente il destro dal sinistro, li disseccai alla T. di 120° dentro una stufa ad aria finchè nulla perdessero più del loro peso.

« Trattate alcune di queste ossa disseccate con etere in apparecchio a spostamento, trovai che la minima quantità di peso che perdevano era eguale tanto nell' arto destro che nel sinistro.

« La determinazione delle sostanze inorganiche fu da me praticata come segue:

« Pesai in un crogiolo di porcellana di già tarato una porzione della polvere di ossa disseccate e la collocai sopra una lampa a doppia corrente in una posizione pressochè orizzontale, adattandovi allo stesso tempo un coperchio in modo da stabilirvi dentro una corrente di aria rinnovantesi ognora.

Esaurite tutte queste operazioni preliminari, incominciai la calcinazione ad una bassa temperatura, per innalzarla poi gradatamente, e ciò nello scopo di evitare gli spruzzi che cagiona sempre una rapida combustione.

« Allorché la massa ossea passò dal nero al bianco leggermente grigiastro, spinsi un poco più la temperatura soffiando con un cannello, e continuai a soffiare finchè la detta massa acquistò l'aspetto di una polvere perfettamente bianca.

« Dopo il conveniente raffreddamento umettai a più riprese il residuo di detta calcinazione, con una soluzione satura di carbonato ammonico, onde compensare alla calce

l'anidride carbonica perduta da essa, per il forte riscaldamento subìto; svaporai l'eccesso del carbonato ammonico a lento calore, calcinai il residuo al rosso nascente, ed esposi poi il detto residuo ad un convenevole e ben condizionato raffreddamento.

« La differenza di peso tra il crogiolo vuoto, ed il crogiolo con la sostanza disseccata sotto analisi, mi diede il peso dell'osso.

« La differenza di peso tra il crogiolo con la sostanza disseccata, ed il crogiolo col residuo della calcinazione, mi diede il peso della materia organica bruciata. La differenza di peso tra il crogiolo vuoto, ed il crogiolo col residuo della calcinazione, mi diede il peso di quest'ultimo residuo.

« Ecco i risultati.

NUMERO dei piccioni	OSSA DELL'ARTO SANO			OSSA DELL'ARTO OPERATO		
	Peso dell'omero disseccato	Peso del residuo della calcinazione	Proporzione centesimale delle sostan inorganiche in rapporto alle organic.	Peso dell'omero disseccato	Peso del residuo della calcinazione	Proporzione centesimale delle sostan. inorganiche in rapporto alle organic.
1	1,346	0,856	63,59	1,321	0,822	62,21
2	0,749	0,417	55,67	0,612	0,305	49,83
3	0,658	0,417	63,37	0,463	0,280	60,47
5	1,284	0,871	67,82	0,815	0,517	63,43
6	0,771	0,500	64,85	0,604	0,364	60,26
7	0,976	0,638	65,37	0,840	0,548	65,23
8	1,083	0,717	66,20	0,848	0,550	64,85
9	0,628	0,409	65,12	0,428	0,263	61,37
Coniglio N. 2	1,793	1,044	58,22	1,548	0,839	54,19

Conclusioni.

I. Nelle ossa degli arti paralizzati colla recisione dei nervi ha sempre avuto luogo una diminuzione di peso: queste ossa non mostrarono mai in tutti i miei sperimenti ipertrofie, o esostosi, nè alcuna alterazione della loro forma esterna, nè infine una diminuzione visibile del loro volume apparente.

Questi fatti, in tutto concordi colle osservazioni pubblicate nella precitata mia memoria, mi fanno dubitare che l'atrofia concentrica del Förster da semplice immobilità negli arti, sia una supposizione puramente teoretica.

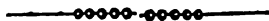
La sola atrofia eccentrica del Förster trovò conferma nei miei sperimenti.

II. Questo processo di atrofia espresso colla diminuzione di peso, cessa colla rigenerazione della sostanza midollare delle fibre nervose, e questa pure sia capace di determinare nelle ossa medesime, un processo attivo per ricostituirle nello stato normale e primitivo.

III. La diminuzione di peso nelle ossa da noi esaminate, è dovuta in piccola parte ad una perdita nelle sostanze organiche, e in massima parte alla perdita delle inorganiche, le proporzioni centesimali delle quali erano diminuite in tutte le ossa degli arti paralizzati.

É falso perciò quanto vuole sostenere Alfonso Milne-Edwards, che le proporzioni centesimali delle sostanze organiche e delle inorganiche sieno invariabili nelle diverse condizioni di riassorbimento dell'osso.

Lo stesso autore confessa però che la sostanza compatta, e le ossa incaricate di maggior lavoro abbondano più di sostanze inorganiche della sostanza spugnosa, e delle ossa destinate a minori resistenze.

Le ossa analizzate da Milne-Edwards di arti paralizzati col taglio dei nervi, erano ipertrofiche, e perciò affette da processi speciali patologici, che nulla avevano di comune colla semplice atrofia dei nostri animali.

INTORNO AL CORSO ED ALL' ORIGINE PROBABILE DELLE STELLE METEORICHE; LETTERE DI G. V. SCHIAPARELLI AL P. A. SECCHI.

Nelle notti del 9, 10, 11 Agosto corrente ho voluto consacrare alcune ore all' osservazione delle stelle cadenti, non tanto per ottenere una esatta enumerazione di quelle che si rendono visibili (cosa piena d' incertezze e di difficoltà) quanto per stabilire in che cosa particolarmente si distinguono le stelle di tali notti da quelle che soglionsi con discreta uniformità osservare nelle altre epoche dell' anno. E questa volta ancora mi sono confermato nell' opinione, già da me espressa tre anni fa, che la differenza fra queste notti e le altre consiste semplicemente in ciò, che alle stelle *sporadiche* ordinarie si aggiunge una moltitudine assai più grande di stelle divergenti tutte dal noto punto situato nella parte più boreale della costellazione di Perseo. In quest' anno però la copia di queste stelle avventizie o sistematiche fu assai minore che nel 1863 (almeno per Milano), come si può vedere dai seguenti numeri orarii.

data e durata delle osservazioni	Numeri orarii delle stelle	
	sporadiche	*sistematiche*
1866 9 Agosto $10^h.55^m - 13^h.50^m$. . .	8	17
10 » 14. 10 — 15. 10 . . .	4	37
11 » 11. 0 — 13. 0 . . .	$6\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$

Nel 1863 il numero delle stelle sistematiche per il 10 Agosto fu quasi due volte più grande. Con che non voglio già concludere, che la pioggia meteorica di quest' anno sia stata meno copiosa in modo assoluto. Infatti è cosa notabile, che gli intervalli delle apparizioni non sembrano uniformi, ma talora in un solo minuto veggonsi cadere più stelle, che dopo in un intiero quarto d' ora. Questo mi sembra provare, che nello spazio la distribuzione loro deve essere piuttosto ineguale. Dal che segue, che un medesimo osservatore può dare numeri differenti, secondo la varietà delle ore, in cui si osserva, e delle regioni della terra, dove si trova. Ho avuto campo di convincermi di questa cosa nella notte del 9, dove più volte vidi due e tre stelle seguirsi a pochi secondi d' intervallo camminando in direzioni diversissime del cielo ma divergendo costantemente dal solito punto di Perseo. Quelle eran probabilmente le stelle doppie o triple, e la loro separazione durante la caduta non fu certamente che un effetto di prospettiva. E così si comprende, come un ammasso di molte stelle insieme vaganti per lo spazio possa dar luogo a quegli straordinarii spettacoli che ebbero luogo nel 1799 e nel 1833, mentre in un luogo non molto distante non si osserva nulla fuori dell' usato.

Ho fatta ancora un' altra annotazione, la quale non è forse priva di qualche importanza; e questa è, che le stelle divergenti di Perseo erano press' a poco tutte uniformi d' aspetto; il colore era di un bel giallo, e tutte lasciavano dietro di sè una fugace, ma sensibile coda. Al contrario le stelle, che si doveano riguardare come sporadiche, offrivano tutte le varietà possibili di colore e di forma. Non ho bisogno di mostrare quanto interessante sarebbe una ulteriore confermazione di questo fenomeno, il quale basterebbe da sè a recar molto aiuto nella classificazione delle stelle meteoriche.

Ed in fine questo pure mi è parso evidente: che mentre nel 1863 le traiettorie delle stelle sistematiche prendevano generalmente la loro origine in prossimità di Perseo, ed anzi molte nascevano e si estinguevano in questa stessa costellazione e nella vicina di Cassiopea: nel 1866 le traiettorie erano tutte assai lontane dal punto di divergenza. Questa circostanza ha reso molto più difficile la distinzione fra le stelle sporadiche e

le sistematiche, che nel 1863 si faceva con somma sicurezza. Infatti quando si deve prolungare una direzione per 60° o 90° lungo un arco di circolo massimo, sono inevitabili incertezze di più gradi. Riflettendo poi alla causa di tale diversità, sono tratto a concludere, che in quest' anno le stelle han dovuto accendersi in regioni molto più basse, che nel 1863, e quindi in punti dove la loro elongazione apparente da Perseo era maggiore.

In tutte queste cose vi è troppa geometria, per poter ancora ammettere che le stelle cadenti siano un prodotto atmosferico, e possano dare un indizio qualunque circa allo stato del tempo che fa o che farà. Sembra, è vero, che il vento possa alcun poco incurvare le traiettorie, dando così indizio della direzione che hanno i movimenti dell' atmosfera superiore; ma questa circostanza non basta a distruggere i fatti troppo evidenti che hanno assicurato il trionfo alla teoria cosmica.

Vi ha tuttavia un fenomeno, il quale offre contro a questa teoria il più specioso argomento: intendo parlare della variazione diurna della frequenza delle stelle cadenti. Il sig. Coulvier-Gravier, al quale tanto deve la scienza per le sue fatiche intorno a quest' argomento, avendo per molti anni di seguito enumerato le stelle cadenti apparse in ogni ora della notte, arrivò a stabilire i seguenti risultati, dai quali è stata esclusa la pioggia eccezionale dei giorni 9, 10, 11 Agosto (1).

INTERVALLI orarii	NUMERI ORARII medii dell'anno	INTERVALLI orarii	NUMERI ORARII medii dell'anno
$5^h - 6^h$	7.2	$12^h - 13^h$	10.7
6 — 7	6.5	13 — 14	13.1
7 — 8	7.0	14 — 15	16.8
8 — 9	6.3	15 — 16	15,6
9 —10	7.9	16 — 17	13.8
10 —11	8.0	17 — 18	13.7
11 —12	9.5	18 — 19	13.0

(1) Coulvier-Gravier, *Recherches sur les météores*, Paris 1859. p. 219.

La progressione di questi numeri è talmente regolare, che è impossibile ascriverla al caso o ad errori di osservazione: essa include senza dubbio una legge incognita della natura.

Egli è assai probabile, che se le osservazioni, invece che a Parigi, fossero state fatte in Pekino od in altro luogo della terra, avrebbero manifestata la stessa variazione oraria. Dipende adunque il fenomeno, non dal tempo assoluto, ma dall' ora del luogo d' osservazione. Si vede, che la frequenza minima di stelle cadenti ha luogo nelle ore della sera, e che la massima abbondanza si osserva nelle ore che precedono immediatamente il levar del Sole. É una variazione come quelle del barometro, del termometro, ecc. A prima giunta sembra impossibile conciliare queste circostanze coll' ipotesi dell' origine celeste: i fenomeni dell' Universo non hanno che fare colle ore locali delle nostre abitazioni sulla terra. Malgrado tutte queste apparenze, io spero di poter dimostrare, che le variazioni orarie nella frequenza delle stelle cadenti, lungi dall' oppugnare la teoria cosmica, ne sono la più splendida prova. Ed ecco in qual modo.

Adottiamo per base dei nostri ragionamenti la teoria cosmica sotto la forma, a cui l' hanno recentemente portata gli egregi lavori del Professore Heis, e dei signori Alessandro Herschel e Grèg (1). Questi valentuomini, non spaventati dalla apparente irregolarità e confusione che sembrava regnare nelle stelle cadenti fino ad oggi denominate *sporadiche*, tentarono e non infelicemente, di classificarle sotto un numero determinato di sistemi divergenti da altrettanti punti di radiazione apparente. Essi riuscirono a dimostrare, che le stelle veramente *sporadiche*, cioè isolate nel vero senso della parola non esistono che in piccolo numero in confronto della gran moltitudine delle *sistematiche*: e che il fenomeno dei 10 Agosto è il più evidente in mezzo ad un gran numero di altri analoghi, meno osservabili a chi non impiega grande fatica ed attenzione. E sebbene lo stabilire con esattezza i punti di radiazione e le epoche di tutte codeste piogge meteoriche (il cui numero comprendendo anche l' emisfero australe, può sorpassare facilmente il centinajo) non sia

(2) Heis, *Monthly Notices* vol. XXIV. p. 213. — A. Herschel and Greg, *Proceedings of the British Meteorlogical Society* Vol. II. p. 302.

opera di pochi uomini, tuttavia da quello che è stato fatto, già questo si può riconoscere: che arrivano stelle cadenti da tutte le parti degli spazi celesti, e ciò press' a poco con frequenza eguale per tutte le parti, se si toglie dal numero la pioggia del 10 Agosto. Anche la frequenza sembra press' a poco eguale in tutte le stagioni dell' anno, sebbene intorno a questo punto importantissimo ulteriori diligenze siano molto desiderabili. Supporremo adunque, fino a prova del contrario, che le stelle cadenti possano arrivare a noi da tutte le parti dello spazio in eguale moltitudine, qualunque sia la stagione dell' anno.

Se ora immaginiamo la terra starsi immobile in mezzo a questa nuvola di projettili, è chiaro che tutte le parti della sua superficie verranno ad essere egualmente percosse: e lo stesso si vedrà accadere anche quando essa si volga intorno al proprio asse. Non avrà dunque luogo alcuna variazione oraria nella frequenza delle cadute. Se al contrario supponiamo la terra dotata di un movimento progressivo incomparabilmente più veloce che quello delle stelle cadenti, è manifesto che essa lascierà dietro di sè un vuoto, come una palla di cannone che attraversi uno sciame di moscherini. Tutti gli urti succederanno sull' emisfero anteriore che ha per asse la direzione secondo cui la terra si avanza. In questa ipotesi si dovranno osservare stelle cadenti fino a tanto che è sull' orizzonte dell' osservatore quel punto del cielo, verso cui la terra è diretta: tramontato il quale, dovrà immediatamente cessare ogni apparizione di questi fenomeni. E finalmente fra la quiete assoluta e la velocità smisurata, si può concepire per la terra uno stato intermedio in cui essa progredisca con celerità paragonabile a quella con cui si muovono gli atomi della polvere cosmica. Succederà allora uno stato di cose intermedio ai due precedenti: le stelle cadenti si mostreranno con frequenza variabile durante la giornata, e dipenderà il loro numero dall' elevazione del punto celeste a cui la terra è diretta. Per brevità a questo punto daremo il nome di *apice*. É anche facile immaginarsi, come la massima frequenza debba aver luogo quando l'apice ha la massima altezza e si trova allo zenit: la minima quando l' apice occupi il nadir dell' osservatore.

Ora se noi consideriamo la terra nel suo movimento annuale, vedremo che il suo apice è continuamente variabile. Esso

percorre in un anno tutta l' Eclittica, mantenendosi a ponente del sole ad una distanza da questo presso che costante, la quale oscilla fra 89° e 91°. Questo apice culmina al meridiano superiore nelle ore della mattina, e in media verso le 18^h: passa al meridiano inferiore la sera intorno a 6^h; secondo le stagioni queste epoche possono alquanto variare. Se adunque quanto abbiam detto è vero, deve la massima quantità delle stelle cadenti osservarsi alla mattina, la minima alla sera: che è quanto appunto risulta dalle osservazioni di Coulvier-Gravier.

Da queste grossolane concezioni passiamo ora ad una analisi più accurata dei fatti. Circa alla velocità delle meteore nello spazio non altro sappiamo di certo, se non che ella deve esser molto grande e di natura planetaria, comparabile quindi a quella della terra. Noi non sappiamo se questa velocità sia la medesima per tutti gli asteroidi, o, se diversa, tra quali limiti possa variare. Come si tratta qui di studiare un effetto prodotto dall' insieme di tutti gli asteroidi che arrivano sulla terra, potremo usare nei calcoli di una certa velocità media dei medesimi v, e ragionare nell' ipotesi che tutti siano dotati di questa. Vedremo in appresso questa ipotesi ampiamente giustificata.

Ciò posto, immaginiamo che uno spettatore si trovi immobile nello spazio, considerando le meteore che vengono sopra di lui. Dietro le ipotesi precedenti, in un dato tempo, p. e. in un secondo, egli riceverà un certo numero di stelle, eguale da tutte le parti. Potrà dunque supporre di essere al centro di una superficie sferica di raggio $= v$, da tutti i punti della quale nell' unità di tempo vengano scagliati i proiettili contro di lui in certa quantità. Sia ASS' questa sfera, O il suo centro $OS = v$.

Se ora lo spettatore abbia un movimento qualunque nella direzione OD, (*Tav. IV. fig.* 3.) del quale la velocità sia V, le apparenze dipenderanno dal moto relativo delle stelle che cadono su O con velocità v, e dello spettatore che arriva in O colla velocità V. Noi potremo supporre che quest' ultimo sia ancora fisso, ed attribuire alle stelle una velocità eguale e contraria a V. Così la stella S, che avrebbe dovuto cadere sopra O con velocità $OS = v$, cadrà invece nella direzione SB composta di $OS = v$ e di $SC = V$, presa quest' ultimo in senso opposto a quello, secondo cui l' osservatore si muove.

Come si ha evidentemente OB = SC = V, il punto B sarà sempre il medesimo qualunque sia la posizione di S sopra la superficie sferica. Quindi la stella S' cadrà nella direzione S'B, e così tutte le altre. E se lo spettatore sia supposto in B, si potrà esprimere la legge, secondo cui le stelle cadenti vengono a percuoterlo, dicendo che da tutte le parti della superficie sferica, in quantità proporzionali alle aree di queste parti, cadono stelle non su O, ma su B nelle direzioni SB, S'B ecc. Dal che appare, che la pioggia di stelle avrà la massima densità nella direzione BD che è quella dell' apice, la minima nella direzione BA opposta all' apice. Ed è facile anche vedere, che le due densità massima e minima staranno fra loro come i quadrati delle lunghezze BD, BA. Le rette SB S'B ecc. esprimeranno poi le velocità relative, con cui le stelle S S' incontrano lo spettatore.

Questo per il caso, in cui B cade nell' interno della sfera, che è quanto si ha $V < v$. Ciò è conforme a quanto c' insegnano i tentativi fatti sino ad oggi per misurare la velocità di alcune stelle cadenti: dai quali quasi sempre risultò che la velocità di questi corpi è notabilmente maggiore che quella della terra. Tuttavia si può dimostrare, che in natura realmente dev' essere per lo più $V < v$. Infatti ammettiamo l' ipotesi contraria, e sia B fuori della sfera, come nella *fig. 4*.

È facile vedere, che circoscrivendo da B. come vertice il cono RBQ, tutte le stelle devono arrivare su B seguendo direzioni comprese nell' *interno* di questo cono: di più è palese, che la densità della pioggia luminosa sul contorno del cono sarà infinitamente maggiore che nell' interno, e lungo l' asse BD del cono sarà minima. Noi dovremo dunque vedere, se questa ipotesi fosse vera, quasi tutte le stelle cadenti divergere in dentro e in fuori dalla periferia di un circolo minore della sfera celeste, il quale avrebbe l' apice per polo. Tutti quegli osservatori, per cui il circolo minore ora detto giace intiero sotto l' orizzonte, non dovrebbero vedere neppure una sola stella cadente. E al contrario la frequenza delle stelle cadenti dovrebbe essere costante per tutto il tempo, in cui tal circolo restasse intiero sopra l' orizzonte. Tutti questi effetti sono contrarj alle osservazioni. L' ipotesi $V < v$ pare dunque la più probabile, e noi faremo i nostri ragionamenti in questa.

Lo spettatore B (*fig.* 3) non sia ora più isolato nello spazio, ma sia la sua vista limitata dal piano GF d'un orizzonte qualunque. Sia ϕ l'angolo DBF, cioè l'altezza apparente dell'apice. È palese che rimarranno soltanto visibili le stelle, che arrivano dalla porzione GHF della sfera; e quindi il numero delle stelle visibili sarà al numero di tutte le stelle, come la superficie del segmento GHF a tutta la sfera: che è quanto dire come HE al diametro totale. Ora il diametro è $2v$, e $HE = OH + OE = v + V \sin \phi$. Quindi la frequenza delle stelle vedute dall'osservatore B sul suo orizzonte sarà proporzionale a

$$\frac{v + V \sin \phi}{2v},$$

od ancora a

$$1 + \frac{V}{v} \sin \phi, \quad (1)$$

tralasciando il fattore costante $\frac{1}{2}$. Ed ecco in qual modo la densità delle stelle cadenti dipende dall' altezza dell' apice sull' orizzonte.

Il numero delle stelle meteoriche per una data ora, quale fu definito dal Coulvier-Gravier, non è altro che la media delle moltitudini osservate in tutti i giorni dell' anno durante quell'ora determinata. Alla medesima ora del giorno corrispondono diverse altezze dell' apice, secondo le stagioni. Per introdurre nel calcolo questa circostanza osserviamo, che l' apice percorre il circolo dell' Eclittica una volta all' anno con moto quasi uniforme, restando addietro in longitudine rispetto al sole di un angolo che non si scosta più di un grado dall' angolo retto. Se adunque noi poniamo l' origine dei tempi nell' istante del solstizio estivo, la longitudine λ dell' apice sarà una quantità sensibilmente proporzionale al tempo, e l' incremento di questo potrà essere misurato dall' incremento $d\lambda$.

Sia nella fig. 3ª PZM il meridiano dell' osservatore, S il sole, P il polo celeste, Z lo zenit, ASM l' eclittica, A l' apice. L'angolo orario del sole, o il tempo vero sarà $MPS = \theta$. Per le cose

dette l' arco SA dell' eclittica supponiamo costantemente di 90°. L'angolo APS al polo dell' Equatore, sarà generalmente parlando, diverso da 90.°: con un calcolo, che qui è inutile riferire per disteso, trovo che il suo massimo valore nell' anno è 94.°56', il minimo 85.°4'. Esso può, senza pericolo d' errare più che uno o due minuti, esser calcolato colla formula

$$APS = 90° + (4° \, 56') \sin 2\lambda.$$

Indicando per brevità con a la costante 4° 56' l' angolo APZ sarà esprimibile per

$$90° + \theta + a . \sin 2\lambda.$$

Dei due lati, che comprendono questo angolo nel triangolo PZA, cioè PZ, PA, il primo è la collatitudine del luogo d' osservazione, che diremo $90° = \omega$; l' altro è la distanza polare dell' apice, e sappiamo aversi, per una formula conosciuta

$$\cos PA = \sin \lambda \sin \varepsilon,$$

dove ε è l' obliquità dell' eclittica. Nel medesimo triangolo ZPA il lato ZA è la distanza zenitale dell' apice, o il complemento della sua altezza ϕ. Noi avremo dunque

$$\cos ZA = \sin \phi = \sin \omega \cos PA$$

$$+ \cos \omega \sin PA \cos (90° + \theta + a \sin 2\lambda).$$

In questa espressione noi mettiamo, invece di cos PA il suo valore $\sin \varepsilon \sin \lambda$, invece di sin PA i due primi termini dello sviluppo

$$\sqrt{1 - \cos^2 PA} = \sqrt{1 - \sin^2 \lambda \sin^2 \varepsilon}$$

$$= 1 - \tfrac{1}{2} \sin^2 \lambda \sin^2 \varepsilon + \ldots$$

il che è sufficiente per l' uso, nostro, essendo $\sin \varepsilon$ una frazione

abbastanza piccola: finalmente invece di $\cos(90° + \theta + a \sin 2\lambda)$ surrogheremo il suo equivalente $-\sin(\theta + a \sin 2\lambda)$, il quale si potrà sviluppare considerando $a \sin 2\lambda$ come quantità differenziale: ciò dà

$$\cos(90° + a \sin 2\lambda) = -\sin\theta - a \sin 2\lambda \cos\theta.$$

Con queste semplificazioni noi otteniamo

$$\sin\phi = \sin\omega \sin\lambda \sin\varepsilon$$

$$-\cos\omega \left(1 - \tfrac{1}{4}\sin^2\lambda \sin^2\varepsilon\right)(\sin\theta + a \sin 2\lambda \cos\theta).$$

Introducendo questo valore di $\sin\phi$ nella formula (1), moltiplicando per $d\lambda$, ed integrando rispetto a λ fra i limiti 0 e 2π (cioè estendendo l'integrale alle osservazioni di tutto l'anno) poi dividendo il risultato per 2π, si ottiene il numero esprimente la frequenza media annua corrispondente all'ore θ di tempo vero nel luogo di latitudine ω colla seguente formula:

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} d\lambda \left(1 + \frac{V}{v} \sin\phi\right) = 1 - \frac{V}{v}\cos\omega \sin\theta \left(1 - \tfrac{1}{4}\sin^2\varepsilon\right).$$

Qui l'unità esprime la frequenza media assoluta, cioè quella che si calcola su tutte le epoche dell'anno e su tutte le ore del giorno. Indicando con K il numero orario medio assoluto, cioè il numero di stelle che in media si osservano durante un'ora qualsiasi dell'anno, il numero medio di quelle che si osservano durante l'ora che comincia con $\theta - 30^{\text{min}}$, e finisce con $\theta + 30^{\text{min}}$ sarà espresso (con errore affatto trascurabile) da

$$K \left\{1 - \frac{V}{v}\cos\omega \sin\theta \left(1 - \tfrac{1}{4}\sin^2\varepsilon\right)\right\}.$$

Si vede da questa espressione che al popolo il numero orario annuo delle stelle cadenti è costante, e che le sue oscillazioni più ragguardevoli durante la giornata hanno luogo presso gli abitanti dell'Equatore.

Per la latitudine di Parigi 48.° 50′ e per l' obliquità dell' eclittica 23.° 27′ si ha per numero orario dell' anno da $\theta -$ 30^{min} a $\theta + 30^{min}$

$$(2) \qquad N_\theta = K \left\{ 1 - 0{,}632 \frac{V}{v} \sin \theta \right\} :$$

e tale è la formula, alla quale dovrebbero adattarsi i numeri del sig. Coulvier-Gravier, se il tempo da lui usato per ordinare le sue osservazioni fosse *tempo vero*. Egli è probabile, che abbia invece impiegato il *tempo medio*: ciò tuttavia non può produrre sensibile differenza, principalmente per questo, che la somma dei ritardi d' un tempo sopra l' altro durante l' intiera annata è zero. Quindi gli errori procedenti da questa causa sono in gran parte compensati e certo trascurabili nel nostro caso. Ma un' altra avvertenza più essenziale deve tenersi in calcolo: non tutti i numeri dati da Coulvier-Gravier sono derivati da osservazioni estendentisi per tutto l' anno in modo uniforme. Ciò si può supporre, fino ad un certo punto, per i numeri che vanno da 9^h a 15^h essendo a queste ore il sole sempre notevolmente abbassato sotto l' orizzonte nel clima di Parigi: ma per gli altri è chiaro che le sere e le mattine d' estate non hanno potuto entrare in conto; anzi il primo numero da 5^h a 6^h, e l' ultimo da 18^h a 19^h non si fondano certamente che sopra osservazioni fatte nei mesi prossimi al solstizio invernale. Per queste ore adunque, in cui non è notte che in una parte dell' anno, il calcolo del numero orario di Coulvier-Gravier non si potrà fare secondo la formula (2), la quale si estende a tutto l' anno.

Avendo riguardo alla durata dei giorni e dei crepuscoli nel clima di Parigi, ho supposto che le osservazioni fatte fra 5^h e 6^h e fra 18^h e 19^h siano estendibili a due mesi, uno prima del solstizio d' inverno e l' altro dopo: che le osservazioni fra 6^h e 7^h e fra 17^h e 18^h siano estendibili a quattro mesi: che da 7^h a 8^h e da 16^h a 17^h si possa osservare per sei mesi: e che finalmente per otto mesi si possano numerare le stelle cadenti da 8 a 9^h e da 15^h a 16^h. Adattando a queste ipotesi i limiti dell' integrale

$$\int d\lambda \left(1 + \frac{V}{v} \sin \varphi\right)$$

ho trovato che i numeri di Coulvier-Gravier vengono ancora ad esprimersi colla formula (2), modificando però lievemente il coefficiente numerico 0.632, il quale nei quattro casi poc'anzi enumerati diventa rispettivamente 0.653 : 0.642 : 0.632 : 0.626. Onde in sostanza paragonando i valori teorici coi valori osservati si ottengono le seguenti quattordici equazioni di condizione:

Intervalli orari	*Equazione corrispondente*
$5^h - 6$	$7{,}2 = K\left(1 - 0{,}653\,\frac{V}{v}\sin\,5\frac{1}{2}^h\right)$
$6 - 7$	$6{,}5 = K\left(1 - 0{,}642\,\frac{V}{v}\sin\,6\frac{1}{2}^h\right)$
$7 - 8$	$7{,}0 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,7\frac{1}{2}^h\right)$
$8 - 9$	$6{,}3 = K\left(1 - 0{,}626\,\frac{V}{v}\sin\,8\frac{1}{2}^h\right)$
$9 - 10$	$7{,}9 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,9\frac{1}{2}^h\right)$
$10 - 11$	$8{,}0 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,10\frac{1}{2}^h\right)$
$11 - 12$	$9{,}5 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,11\frac{1}{2}^h\right)$
$12 - 13$	$10{,}7 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,12\frac{1}{2}^h\right)$
$13 - 14$	$13{,}1 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,13\frac{1}{2}^h\right)$
$14 - 15$	$16{,}8 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,14\frac{1}{2}^h\right)$
$15 - 16$	$15{,}6 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,15\frac{1}{2}^h\right)$
$16 - 17$	$13{,}8 = K\left(1 - 0{,}632\,\frac{V}{v}\sin\,16\frac{1}{2}^h\right)$
$17 - 18$	$13{,}7 = K\left(1 - 0{,}642\,\frac{V}{v}\sin\,17\frac{1}{2}^h\right)$
$18 - 19$	$13{,}0 = K\left(1 - 0{,}653\,\frac{V}{v}\sin\,18\frac{1}{2}^h\right)$

Da queste equazioni ricavo il numero orario medio assoluto $K = 10,65 : \frac{V}{v} = 0,691$: e quindi $v = V\ 1,447$. Introducendo tali valori nelle equazioni stesse, si possono calcolare i valori dei numeri orarii secondo la nostra teoria, e paragonarli coi numeri osservati, come si vede qui sotto:

INTERVALLI	NUMERI ORARII		ERRORI
	calcolati	osservati	O — C
5^h — 6^h	5,90	7,2	+ 1,30
6 — 7	5,97	6,5	+ 0,53
7 — 8	6,36	7,0	+ 0,64
8 — 9	7,00	6,3	— 0,70
9 — 10	7,83	7,9	+ 0,07
10 — 11	8,87	8,0	— 0,87
11 — 12	10,05	9,5	— 0,55
12 — 13	11,25	10,7	— 0,55
13 — 14	11,43	13,1	+ 0,67
14 — 15	13,47	16,8	+ 3,33
15 — 16	14,30	15,6	+ 1,30
16 — 17	14,94	13,8	— 1,14
17 — 18	15,33	13,7	— 1,63
18 — 19	15,40	13,0	— 2,40

L'accordo fra teoria ed osservazione è ottimo, e tanto, quanto si può sperare da questo genere d'investigazioni. Le differenze residue si possono facilmente spiegare osservando, che in fenomeni così irregolari come quelli di cui si tratta basta un'imperfetta compensazione di circostanze, e una pioggia meteorica fuori dell'ordinario (come quella del 10 Agosto) o una distribuzione non uniforme delle ore e delle stagioni di os-

servazione per produrre delle deviazioni sensibili dai numeri normali. Bisogna fare attenzione a ciò, che la serenità del cielo non è la medesima in tutte le epoche dell'anno, ed anche non sempre eguale è la comodità delle veglie notturne specialmente nelle ore dopo mezzanotte. Se per esempio supponiamo che le osservazioni di primavera sono più numerose di quelle d'autunno, tosto vedremo decrescere i numeri della sera e quelli della mattina al di là della giusta misura. Perchè è facile vedere, considerando le posizioni dell'apice, che alla sera la minima frequenza di stelle cadenti si ha appunto quando il sole è nel punto d'Ariete; e nello stesso tempo si ha pure alla mattina il minimo numero. L'inverso accade quando il sole si trova in Libra.

La teoria precedente rende pur conto d'un altro fenomeno già da molto tempo osservato: che la frequenza delle stelle cadenti è notabilmente maggiore nel secondo semestre dell'anno che nel primo. Infatti se noi estendiamo il calcolo dell'integrale

$$\int d\lambda \left\{1 + \frac{V}{v} \sin\phi\right\}$$

dal solstizio estivo al solstizio d'inverno, cioè da $\lambda = 0$ a $\lambda = \pi$ troveremo che al numero medio K di tutto l'anno bisogna aggiungere la quantità

$$\frac{2K}{\pi} \cdot \frac{V}{v} \sin\omega \sin\varepsilon ;$$

e similmente si otterrà il numero orario medio assoluto del solstizio d'inverno al solstizio d'estate sottraendo dal numero K la medesima quantità. Così che in fine il rapporto del numero delle stelle che cadono nel primo periodo al numero delle stelle cadenti nel secondo è dato da

$$(3) \qquad R = \frac{1 + \frac{2}{\pi} \frac{V}{v} \sin\omega \sin\varepsilon}{1 + \frac{2}{\pi} \frac{V}{v} \sin\omega \sin\varepsilon}$$

e si vede che varia colla latitudine ω del luogo. Al polo, dove è nulla la variazione annua delle stelle cadenti: all'equatore succede il contrario. Adottando i valori precedenti di $\frac{V}{v}$, ω, ε si trova per la latitudine di Parigi $R = 1{,}305$.

Una spiegazione della variazione annua delle stelle cadenti, dedotta da analogo principio è già stata pubblicata, or sono due anni, da Alessandro Herschel (1). Si può facilmente render ragione su tal singolare fenomeno nel modo seguente. Nell'equinozio di primavera al tramonto del sole, l'eclittica è altissima sull'orizzonte e l'apice ha la maggior possibile profondità. Quindi dalla sera a mezzanotte si ha un numero di stelle cadenti inferiore al medio. Al levare del sole l'eclittica ha la minor possibile elevazione sull'orizzonte, e l'apice culmina alla minima altezza. Dunque anche nelle ore mattutine si ha minor numero di meteore. Verso l'equinozio di autunno succede perfettamente il contrario. Al tramontar del sole, l'apice, che occupa il cancro, non è molto basso sotto l'orizzonte, ed è invece altissimo al levar del sole.

Havvi dunque per le meteore, come per la luce e per il calore del sole, un massimo ed un minimo diurno, un massime ed un minimo annuo; soltanto per le meteore i massimi ed i minimi sono sempre in ritardo d'un quarto di periodo rispetto ai massimi ed ai minimi della luce e del calore. E la ragione sta nel fatto, che l'apice, pur percorrendo nel cielo la stessa strada che il sole, rimane costantemente di un quadrante addietro.

Dalla equazione (3), quando il valore di R sia determinato dall'osservazione, si potrebbe eziandio concludere il valore di $\frac{V}{v}$. Ma questa determinazione sperimentale del numero R è piena di gravi difficoltà, come si può vedere dal seguente quadro.

1. Secondo Coulvier-Gravier, i numeri delle meteore osservate nei due semestri, ridotti al medesimo numero di ore d'osservazione starebbero come 13,6 a 5,2 onde si trova per valore di R = . 2,61

(1) *Monthly Notices of the Astr. Soc.* Vol. XXIV, p. 133.

2. Secondo Schmidt i medesimi numeri, senza tener conto della maggiore o minor frequenza delle osservazioni, stanno come 400:70 onde R = . 5,71
3. Le meteore impiegate da Herschel III e da Greg nella determinazione dei loro 56 punti d' irradiamento sono, (escludendo le pioggie d' Agosto e di Novembre) 1038 e 617 nei due semestri: di qui R = ... 1,68
4. Secondo il catalogo di apparizioni meteoriche straordinarie composto da Quetelet nella sua opera *Physique du globe* il rapporto è di 72 a 28, onde R = ... 2,54
5. Secondo un simile catalogo dato da Greg nei *Proceedings of the British Met. Soc.* Vol. II. p. 314 si hanno i numeri 67 e 20, quindi R = . . 3,45
6. Secondo un catalogo di aeroliti dall' era volgare al nostro tempo, compilato dal medesimo Greg (*Brit. Ass. Rep.* 1860) abbiamo 216 : 186 : onde R = ... 1,16
7. Nel medesimo catalogo i numeri dei bolidi pei due semestri sono 843 e 553, quindi R = . 1,53
8. Kaemtz nella Meteorologia dà, per i bolidi osservati nei due semestri, i numeri 388 e 289, quindi R = ... 1,34
9. Edoardo Biot dal suo catalogo delle osservazioni chinesi trae i numeri 1017 e 462: epperò R = 2,20
10. Dal catalogo di aeroliti nell' opera di Kesselmeyer *Ueber den Ursprang der Metooriten* (1861), ricavo 82 e 71, epperò R = ... 1,15

In nessuna di queste enumerazioni (se eccettuiamo quella del N. 1) si è tenuto conto del diverso grado di serenità, del diverso numero d' ore d' osservazione, e della diversa comodità di osservare le stelle, e raccogliere gli aeroliti e di vedere i bolidi, che probabilmente ha luogo nei due semestri. Soltanto poi nel N. 3 si trova fatta esclusione delle meteore straordinarie d' Agosto e di Novembre. È quindi palese, che niuno di questi numeri è paragonabile colla nostra formula (3). le discor-

danze enormi che essi mostrano sono indizio abbastanza chiaro della poca fiducia che loro si può concedere.

Ma quando pure questi valori di R fossero l' esatta espressione del rapporto dei due numeri, che esprimono le frequenze delle meteore nei due semestri; assai pericoloso sarebbe trarre qualche conclusione dal loro paragone colla formula (3). Infatti le pioggie eccezionali; come quelle d'Agosto e di Novembre, che appartengono al secondo semestre, cadono con tutto il loro peso sulla determinazione di R e tendono ad accrescerlo oltre misura. Ma, anche supponendo escluse queste piogge dal calcolo, chi ci assicura, che non esistano altre irregolarità di simile natura, sebbene meno salienti? Le quali tenderanno a corrompere il vero valore di R, che avrebbe luogo quando le piogge meteoriche incontrassero la terra con eguale intensità in tutte le parti dell' eclittica.

Questa circostanza, che tende a nascondere la vera legge della variazione annua delle meteore, ha poco o nessun influsso sulla legge della variazione diurna. Se noi comprendiamo, per esempio le meteore d'Agosto nei numeri orarii di Coulvier-Garrier, troviamo che essi variano pochissimo nelle loro proporzioni, e soltanto tutte risultano un poco più grandi. Siccome le piogge meteoriche durano, in generale, più giorni e settimane, così la loro maggiore o minor copia si fa sentire in quasi eguali proporzioni su tutte le ore, durante cui il loro punto di radiazione si trova sopra l' orizzonte.

Per questa ragione io sarei inclinato a pensare, che il rapporto delle velocità V e v della terra e delle meteore, quale noi l' abbiamo dedotto qui sopra dalle variazioni diurne

$$(v = V \times 1,447),$$

non sia lontano dalla verità. Esso concorda perfettamente coi ragionamenti fatti in principio, secondo i quali è impossibile (o almeno improbabile) che la celerità delle meteore sia minore di quella della terra. Essa è invece quasi una volta e mezza la velocità della terra, e si avvicina molto alla velocità parabolica $V \times 1,414$ che hanno tutte le comete quando attraversano l' orbita terrestre. Simile coincidenza mi ha condotto

a dubitare, se forse le orbite delle stelle meteoriche non possano essere tutte parabole, o almeno sezioni coniche allungatissime, come quelle che descrivono le comete. Riflettendo ulteriormente sul modo, con cui le stelle cadenti si presentano a noi, ho trovato che è impossibile supporre loro altre orbite che quelle or ora indicate, ed altra velocità che V $\times$ 1,414. Ma come questa lettera già si è allungata oltre misura, io prenderò per poco congedo da V. S. Ill., e spero esporre in un'altra lettera delle idee e delle dimostrazioni degne della sua benevola approvazione.

Nota, Il fatto che delle stelle cadenti sono più numerose dopo mezzanotte, è molto noto ai marinai. Stando noi a fare le osservazioni à Civitavecchia, dicevano i vecchi piloti che noi sbagliavamo l'ora facendolo in prima sera, e che bisognava osservare dopo la mezzanotte.

SULL' USO DELLE COPPIE TERMOELETTRICHE NELLA MISURA DELLE TEMPERATURE; MEMORIA DEL PROF. FRANCESCO ROSSETTI.

Il chiarissimo collega, Direttore della Clinica medica, Cav. Pinali, abbisognando per certe sue indagini di determinare la legge secondo la quale si distribuisce la temperatura nelle differenti parti del corpo umano, mi richiedeva, or son due mesi, quali mezzi offrisse la scienza fisica per misurare con precisione e con bastante sollecitudine la temperatura che possiede ad un dato istante un punto qualunque della superficie cutanea. Egli notava giustamente che i termometri a mercurio come sono ordinariamente costruiti, non si prestano che a determinare la temperatura di quelle poche parti del corpo che, come l' ascella, la bocca od altre cavità, possono accogliere in sè ed abbracciare tutto all' ingiro il bulbo del termometro, e proteggendolo da esteriori influenze comunicare al medesimo la propria temperatura. Ma se si volesse far uso dei termometri a mercurio per misurare la temperatura che ha la cute in altre parti del corpo, come ad esempio, su una guancia, in un braccio, sul petto, si tenterebbe opera vana, che solo una piccola parte del bulbo del termometro sarebbe in contatto colla pelle, e quindi il termometro assumerebbe una temperatura intermedia fra quella dell' aria ambiente e quella della parte toccata. Nè si potrebbe sperare miglior effetto col modificare la forma

del termometro rendendo il serbatoio del mercurio appiattito al fine di aumentarne la superficie di contatto, poichè non è possibile di sottrarre alle esterne influenze la parte del termometro che non è in immediato contatto col corpo.

Dissi allora al chiar. Prof. Pinali, che si poteva tentare di sciogliere siffatto problema col mezzo di correnti termoelettriche, soggiungendo che la questione era alquanto delicata e richiedeva degli studii preliminari fatti con accuratezza; e accondiscesi ben volentieri al desiderio da lui manifestatomi ch' io volessi occuparmi di questo argomento.

É appunto il risultato di questi miei studii che io vi riferirò oggi, o illustri Accademici, poichè siete tanto cortesi da accogliere questa mia comunicazione.

É notissima la bella scoperta di Seebeck, che allorquando si forma un circuito chiuso con due lamine o con due fili di metalli differenti saldati alle loro estremità, e si innalza la temperatura di una delle saldature, ha origine una corrente elettrica, la quale in generale è tanto più intensa quanto più grande è la differenza di temperatura fra le due saldature. I fisici cercarono di utilizzare questa scoperta per la misura delle temperature: e ognuno conosce i bellissimi risultamenti a cui pervenne il Mèlloni nelle sue ricerche sul calorico raggiante col mezzo della sua pila termoelettrica. Pouillet utilizzò lo stesso principio per la misura delle altissime temperature, e Becquerel e Breschet col mezzo di coppie termoelettriche aventi la forma di aghi, giunsero a misurare le differenze di temperatura nelle varie parti del corpo umano. Più tardi Dutrochet modificò la coppia termoelettrica di Becquerel.

Sembrerebbe dunque che il problema fosse già stato completamente risolto, e che gli aghi termoelettrici di Becquerel si prestassero senz' altro a tal uopo. Ma è necessario di considerare che Becquerel introduceva i suoi aghi nell' interno del corpo in guisa da portare il punto di saldatura de' due metalli a contatto della parte che voleva esplorare e quindi erano tolte le cause di raffreddamento dovute alle influenze esterne. Volendo applicare gli aghi stessi alla determinazione della temperatura superficiale del corpo col mantenere uno de' sistemi di aghi immerso in un bagno a tempertura costante e col far

passare successivamente l'altro sistema sui differenti punti della superficie del corpo, si ottengono risultati incerti od anche erronei, non potendosi mai guarentire contro l' influenza delle cause esterne il secondo sistema di aghi, in modo da esser sicuri che al luogo della saldatura esso assume la temperatura stessa della parte toccata. Era a vedersi se modificando la forma di queste coppie termoelettriche ed impiegando speciali precauzioni si potessero ottenere delle misure abbastanza attendibili.

Incominciai dunque a far delle indagini, il cui scopo era quello di studiare:

I. La forma più opportuna da dare alle coppie termoelettriche formate di ferro e rame.

II. Se alla coppia ferro e rame si potesse sostituire qualche altra coppia atta a siviluppare correnti elettriche più intense, ed a fornire per conseguenza un mezzo più delicato per la misura delle temperature.

III. Di verificare se le indicazioni fornite da una determinata coppia termoelettrica si mantenessero sempre fra di loro comparabili, in modo da esser sicuri che ad una data differenza di temperatura tra le due saldature corrisponde sempre una corrente elettrica di determinata intensità; sicchè la misura di questa intensità potesse servire a far conoscere la temperatura di una delle saldature quando fosse conosciuta la temperatura dell' altra.

Nel fare queste ricerche mi si pararono innanzi le stesse difficoltà che incontrarono altri sperimentatori (Vedi Tyndall. La Chaleur Leçon I), e dalle quali forse dipende che questo metodo di misurare le temperature è stato usato da pochissimi. Infatti anche il Colin che fu recentemente premiato dall'Accademia di Francia per le sue ricerche sulla temperatura delle diverse parti dell'organismo animale, fece uso di piccoli termometri a Massimo di Walferdin. Mi piace di qui riferire le parole di Regnault, il quale nella sua classica Memoria *Sulla misura delle temperature*, così si esprime:

« L' uso degli elementi termoelettrici per la misura delle temperature presenterebbe in molte circostanze dei vantaggi così grandi sui metodi ordinarii, specialmente allorchè si tratti di determinare la temperatura di spazii ristretti, che a più riprese io feci de' tentativi a questo riguardo: ma devo convenire che

malgrado le esperienze numerosissime e variate da me istituite, le mie ricerche sono state susseguite da poco successo, e non riuscii ad ottenere uno strumento comparabile, le cui indicazioni potessero ispirare fiducia a qualunque momento. Esiste una tale instabilità negli stati molecolari che determinano le correnti termoelettriche, che non si è mai sicuri d' ottrnere una corrente d' intensità costante quando si rimettono a più riprese le due saldature alle medesime temperature; le variazioni sono specialmante notevoli allorchè nell' intervallo l' apparato è stato portato a temperature assai differenti....

I galvanometri a due aghi calamitati e parzialmente compensati sono gli strumenti più opportuni per misurare le correnti assai deboli, e quindi sembrano applicarsi principalmente alle correnti termoelettriche. Ma sgraziatamente le deviazioni degli aghi non sono punto proporzionali all' intensità delle correnti se non entro limiti assai ristretti, e per le deviazioni alquanto considerevoli, si deve costruire una tavola nella quale si trovano le intensità corrispondenti alle deviazioni osservate. La costruzione diretta di questa tabella non sarebbe un grande inconveniente se la stessa tabella potesse servire per qualche tempo, ma l' esperienza ha mostrato che in un sistema di aghi parzialmente compensati l' intensità magnetica varia in modo notevolissimo per circostanze che riesce impossibile di provvedere e di prevenire; laonde si è costretti a rifare questa tabella assai di frequente. Accade spesso che nel corso d' una serie di esperienze avvenga un' alterazione sensibile, e lo sperimentatore è sempre nell' inquietudine a questo riguardo.... »

Regnault conchiude dicendo:

« Insomma se le esperienze numerose ch' io feci sulle correnti termoelettriche non decidono punto che queste correnti non possano essere in seguito impiegate per la misura delle temperature, esse mostrano almeno che siamo ancora lontani dal conoscere tutte le circostanze che influiscono sul fenomeno e dal poter fissare le condizioni in cui gli elementi termoelettrici devono essere posti affinchè le intensità delle correnti dipendano unicamente dalla temperatura. » *Mèmoires de l' Academie des Sciences de l' Institut de France*, Tom. XXI. pag. 240).

Gli inconvenienti accennati da Regnault si manifestarono

così di frequente e in modo così notevole nelle prime mie esperienze, ch' io disperava omai di poter ottenere l' intento. Avvenne più volte che collocato il galvanometro in posizione tale che allorquando il suo filo non era attraversato da alcuna corrente, l' ago si trovasse dirimpetto allo zero delle divisioni segnate sul disco sottoposto, e fatte poscia alcune determinazioni d' intensità delle correnti ottenute da una coppia termoelettrica, l' ago medesimo non tornasse più alla sua posizione di primitivo equilibrio dirimpetto allo zero, ma si arrestasse al di quà od oltrepassasse quella posizione deviandone di due, tre e persino di cinque gradi. Eppure nulla, almeno apparentemente, era stato mutato; forse ciò potrebbe dipendere da una variazione dell' intensità magnetica de' due aghi parzialmente compensati, e questa variazione potrebbe avere la sua origine nelle variazioni del magnetismo terrestre. Ma qualunque sia la cagione, il fatto sussiste e porta la conseguenza di una grande incertezza nella misura della intensità delle correnti: talmente che delle misure prese non solo da un giorno all' altro, ma anche in ore differenti d' uno stesso giorno presentavano un notevole divario.

Dopo molte esperienze nelle quali erasi usata ogni cura per allontanare le cause di errore, manifestandosi pur sempre lo stesso inconveniente, pensai di interporre tra il galvanometro e la coppia termoelettica un commutatore, il quale permettesse di inviare la corrente generata dalla coppia termoelettrica prima in un senso opposto e poi in senso attraverso il filo del galvanometro, con che si ottiene che l'ago devii successivamente a destra e a sinistra o viceversa. Si tien conto dei due archi che misurano le deviazioni dell' ago, e si prende la media aritmetica delle due letture fatte. Questa semplice interposizione del commutatore ha prodotto una regolarità così grande nelle misure galvanometriche, che le esperienze fatte successivamente riuscirono assai concordanti, benchè eseguite ad intervalli di qualche settimana, e posso accertare che, entro i limiti delle fatte ricerche, uguali differenze di temperatura fra le due saldature d'una medesima coppia termoelettrica danno origine ad una corrente che produce sempre la stessa deviazione media del galvanometro.

Ma vi è oltre a cioè una condizione indispensabile all' esattezza dell' esperienze, che cioè l' apparato termoelettrico sia sim-

metrico in tutte le sue parti, sì riguardo alla qualità de' reofori pe' quali deve passare la corrente, come rispetto alla temperatura dei successivi punti di contatto, eccettuata naturalmente la dissimetria che dipende dalla differenza di temperatura delle due saldature.

Perciò sarebbe utile che la corrente elettrica non avesse ad attraversare che i due soli metalli che costituiscono la coppia; locchè si potrebbe ottenere colla coppia termoelettrica fatta con due fili di ferro e rame, interponendo il galvanometro tra due capi del filo di rame. Allora la corrente elettrica passerebbe dalla saldatura calda verso la fredda attraverso il filo di ferro, e pel filo di rame di quest' ultima nel filo del galvanometro, che è pure di rame, e di là passerebbe nel filo di rame della saldatura calda, compiendo così il circuito. Ma oltre che non si potrebbe fare lo stesso con altre coppie termoelettriche, le viti di pressione a cui metton capo i fili del galvanometro sono ordinariamente d' ottone. Tuttavia non importa che i reofori comunichino con metalli eterogenei, purchè sussista la suindicata simmetria. È necessario quindi che i punti di contatto de' reofori con altri metalli eterogenei, che dovessero incontrarre per via prima di giungere al galvanometro, siano molto distanti dalle due saldature per non subire l' influenza della diversa temperatura delle medesime, e in pari tempo assai prossimi fra di loro, perchè si possa ritenere che sia eguale la loro temperatura, e che quindi non diano origine ad altre correnti termoelettriche, le quali turberebbero l' effetto della corrente che si vuol misurare. Vedremo come si possa soddisfare anche a questa condizione. Intanto premesse queste norme generali passo a descrivere brevemente gli strumenti usati ed i risultamenti ottenuti.

Galvanometro.

Il Galvanometro esce dall' officina del celebre Ruhmkorff di Parigi, ed è uno strumento di lavoro squisito e dotato d' una grandissima sensibilità. I due capi del filo ravvolto sul telajo finiscono a' due cilindretti d'ottone (*d* ed *s*, vedi fig. I. tav. I), ciascuno de' quali è munito di un foro destinato a ricevere il reoforo e di una vite di pressione che ne assicura il contatto.

I giri del filo sono fatti in senso tale, che quando la corrente entra pel reoforo situato a destra (d), anche gli aghi componenti il sistema astatico deviano a destra (D), e quando la corrente entra pel reoforo situato a sinistra (S), la deviazione ha luogo a sinistra (S).

Il filo di rame che costituisce il rocchetto del Galvanometro è coperto da seta bianca, laonde non è a temersi l'inconveniente sperimentato da Tyndall nei fili coperti da seta verde. Infatti il sistema di aghi parzialmente compensati, prendeva la posizione del meridiano magnetico, e la conservava indefinitamente finchè il circuito rimaneva aperto. La indicata anomalia si manifestava solamente quando il filo del rocchetto era stato percorso per alcun tempo della corrente elettrica.

Commutatore.

Si potrebbe usare un commutatore qualunque purchè non sia tale da introdurre una notevole resistenza nel circuito, e purchè sia rispettato per esso il principio di simmetria testè annunciato. Quello da me adoperato è semplicissimo. Due coppie di piastrine di rame sono incastrate in una tavoletta di legno; una coppia è situata verso un lato e l' altra al lato opposto: ogni piastrina d' un cilindretto colle vite di pressione per fissarvi il reoforo.

Due laminette metalliche fatte ad arco e girevoli intorno al punto di unione colle piastrine posteriori (B e B) servono a mettere queste in congiunzione colle anteriori (A, A'), e fanno comunicare quelle che si trovano da una stessa parte (B con A, e B' con A') quando le lamine sono paralelle, e quelle che giacciono diagonalmente (B con A' e B' con A) quando vengono incrociate. Chiameremo l'una prima posizione l' altra.

Bagni e Termometri.

Due vasi d'ottone ripieni d' acqua servono a portare le due saldature della coppia termoelettrica alle temperature volute, ed a conservare queste temperature stazionarie per un tempo lungo quanto occorre per compiere le esperienze con sicurezza.

Una fiamma ad alcool o a gas basta ad elevare la temperatura del bagno fino al grado desiderato, raggiunto il quale non riesce difficile di moderare la fiamma e di tenerla a tale distanza dal fondo del vaso, che il calore che comunica al medesimo compensi le perdite che esso subisce per irradiamento o per contatto coll' aria ambiente. Un agitatore (C D) rende uniforme la temperatura di tutta la massa d' acqua contenuta nel vaso.

In ognuno de' vasi pesca un delicato termometro (T) che indica la temperatura del bagno, e quindi quella della saldatura in esso introdotta. I termometri usati furono costruiti nell' officina del Tecnomasio Italiano e vennero lavorati con diligenza. Ambedue sono centigradi, ed uno di questi è diviso in decimi di grado. Prima di adoperarli vennero da me confrontati con un termometro campione.

A fianco del termometro trovasi un tubo di vetro a pareti sottili (E F) chiuso inferiormente, come i provini da reazioni chimiche, destinato ad accogliere una delle saldature della coppia termoelettrica ed a proteggerla contro il contratto dell' acqua. In alcune esperienze questo provino si riempì di un olio fisso in altre lo si lasciò vuoto, in guisa che la saldatura in esso introdotta si trovava in un caso immersa nell' olio, nell'altro circondato da aria.

Coppie termoelettriche.

Le coppie temoelettriche furono da me studiate riguardo alla qualità de' metalli componenti la coppia, e riguardo alla forma più opportuna da darsi al luogo della saldatura. Quanto alla qualità de metalli componenti la coppia le mie esperienze si limitarono alle tre coppie seguenti:

ferro e rame
acciajo e pakfong (1)
ferro e pakfong

Avrei voluto sperimentare anche sulla coppia ferro e platino, e ne avea preparati i due elementi separati, ma non potei

(1) Il pakfong venne usato per la prima volta nelle coppie termoelettriche dal signor Poggendorf.

procurarmi un filo di platino abbastanza lungo per riunire i due elementi e l' introduzione d' un altro filo avrebbe tolta la necessaria simmetria e turbata l' esperienza, come ebbi infatti a convincermi. Del resto non era nemmeno necessario per lo scopo speciale propostomi di sperimentare sulla coppia ferro-platino, essendochè la forza elettromotrice di questa coppia è intermedia tra quelle delle coppie ferro-rame e ferro-pakfong; ed avendo potuto ottenere col galvanometro da me usato i quinti di grado facendo uso della coppia ferro-rame, ed i decimi di grado colla coppia ferro-pakfong. Ed ho escluso egualmente in queste ricerche la coppia bismuto-antimonio, benchè suscettibile di fornire un apparato sensibilissimo, perchè non potendosi questi metalli tirare in lunghi fili, è necessario di saldare ai medesimi dei fili di altri metalli, con che viene infranto il principio di simmetria superiormente accennato.

Quanto alla forma da darsi alla parte ove i due metalli della coppia sono insieme saldati, ebbi specialmente in mira lo scopo fisiologico.

Le principali disposizioni studiate, sono (tav. I. fig. II).

N. 1. *Coppia a palette contigue.*

I due fili componenti la coppia sono saldati uno di fronte all' altro, dopo esser stati alcun poco schiacciati alle loro estremità in modo da presentare al luogo della saldatura una superficie piatta. Siccome poi così saldati i due metalli si staccano facilmente, e importando d' altra parte che al luogo della saldatura ci fosse una superficie piana da porre in contatto con quella porzione della cute di cui si vuol esplorare la temperatura, così pensai di dare all' elemento la forma rappresentata dal N. 2.

N. 2. *Elemento a dischetti sovrapposti.*

Ravvolgendo l' estremità d' uno de' fili sopra se stessa si ottiene una spirale piana, i cui giri possono essere a contatto l' uno dell' altro; e mediante pressione si può convertire la piccola spirale in un dischetto sottile che resta congiunto al filo.

La stessa cosa si fa coll' altro filo, e poscia i due dischetti si saldano, e così si ottiene l' elemento a dischetti sovrapposti, nel quale la saldatura è interna.

N. 3. *Elementi a spirali accoppiate e a giri separati.*

Due fili differenti si saldano insieme per la lunghezza di uno o due centimetri, poi se ne forma una piccola spira piana mantenendo i giri staccati uno dall' altro. Si ottiene così l'elemento N. 3 a spirali accoppiate ed a giri separati, nel quale la saldatura si manifesta anche all' esterno, e può venire in contatto colla parte da esplorare.

N. 4. *Elemento a spirali accoppiate ed a giri contigui, costituente un dischetto a superficie continua.*

Le molte esperienze fatte co' qui descritti elementi dimostrarono, come era da prevedersi, che per una determinata coppia termoelettrica, qualunque sia la forma delle saldature, ad una data differenza di temperatura corrisponde sempre una eguale deviazione al galvanometro. Ma tra le varie forme si mostrò più appropriata alle ricerche fisiologiche la coppia a dischetti sovrapposti con saldatura interna.

Mi sono preoccupato anche della disposizione più opportuna da darsi alle coppie termoelettriche, e a tale scopo studiai se meglio convenisse il far uso d' una coppia ad elementi separati o d' una coppia ad elementi indissolubilmente congiunti.

Coppia ad elementi separati.

Per la coppia ad elementi separati adottai la disposizione indicata nella figura II. Ognuno dei due elementi consta di due fili saldati insieme, e presenta l' aspetto d' una forchetta avente la saldatura al luogo di riunione de'suoi due bracci. Questi due bracci della forchetta possono essere introdotti in due apposite scanalature praticate in un astuccio di osso, che ha lo scopo di isolare i fili e di proteggerli. Alla parte superiore dell' astuccio trovansi due cilindretti di ottone separati l' uno dall' altro:

ogni cilindretto è munito di due fori colle rispettive viti di pressione. In uno di questi fori viene a collocarsi l' estremità superiore d' uno dei bracci della forchetta, mentre l' altro braccio s' insinua nel foro corrispondente dell' altro cilindretto, e chiuse che sieno le viti di pressione, è assicurato il contatto dell'elemento co' due cilindretti.

Gli altri due fori de' cilindretti sono destinati a ricevere due fili che mettono in comunicazione questo elemento con un altro egualmente disposto, e così viene completata la coppia.

Bisogna però aver cura di non ledere la legge di simmetria, e quindi è necessario di far uso di due fili della stessa sostanza di quelli che compongono la coppia termoelettrica. Così, per esempio, se la coppia termoelettrica fosse costituita da due fili di rame e ferro, converrebbe riunire il ferro di un elemento col ferro dell' altro mediante un filo di ferro e far partire da ognuno degli altri due cilindretti un filo di rame, tra i capi del quale si inserisce il galvanometro. (Nella fig. II $f\,f'$ è il filo di ferro, p la vite di pressione che ne assicura il contatto col cilindretto pz, rr' il filo di rame, q la vite di pressione, m il luogo di saldatura. Dal cilindretto $p\,z$ parte il filo di ferro che mette in comunicazione il ferro di questo elemento col ferro dell' altro. Dagli altri due cilindretti de' due elementi partono i fili di rame che vanno al galvanometro. La fig. I. mostra una analoga dis posizione per la coppia ferro-pakfong).

La coppia ad elementi separati ha il vantaggio che le due saldature possono essere tenute a qualsiasi distanza l'una dall' altra, purchè preliminarmente siasi determinata l'influenza della maggior o minor lunghezza del filo che serve alla congiunzione; ma per le ricerche fisiologiche ha l'inconveniente, che è difficile di sottrarre i due cilindretti da influenze estranee, le quali potrebbero turbare la necessaria simmetria. Oltre a ciò le viti di pressione per causa di qualche urto potrebbe rallentarsi, e diminuendo il contatto influire sulle correnti elettriche.

Coppia ad elementi congiunti.

La coppia ad elementi congiunti non presenta siffatti inconvenienti, anzi si presta assai bene a ricerche fisiologiche La disposizione che ho adottata è la seguente. Un filo di pakfong lungo un metro e mezzo, e coperto da un tubo di gomma elastica, viene saldato a' suoi due capi con due fili di ferro ricotto aventi uguale lunghezza: la saldatura è interna tra i dischetti sovrapposti, e il disco di pakfong è al disotto. Anche i due fili di ferro sono protetti da un sottil tubo di gomma elastica. Un cilindretto di osso poggia sulla faccia superiore del disco, e serve di sostegno e di rinforzo ai due fili. Per proteggere la saldatura dall' influenza delle cause esterne, un secondo tubo di gomma abbraccia i due fili, e quando la faccia inferiore del dischetto viene messa in contatto d' una parte qualunque della superficie cutanea, questo tubo di gomma elastica venendo esso stesso ad appoggiar sulla pelle, forma intorno alla saldatura una piccola cameretta, nella quale l'aria assume ben presto la temperatura della parte toccata. Questa disposizione è resa manifesta dalla figura III.

Graduazione del galvanometro.

La graduazione del galvanometro venne fatta come si pratica ordinariamente col collocare una delle saldature della coppia in un bagno, e l'altra saldatura in un altro, e, mantenendo fissa la temperatura del primo, col far variare successivameute quella del secondo, misurando di volta in volta le deviazioni dell' ago corrispondenti ad una determinata differenza di temperatura. Qui debbo ricordare che ad ogni misura si collocava il commutatore nella I. e poscia nella II. posizione, tenendo conto della deviazione dell' ago a destra ed a sinistra, e prendendo la media delle deviazioni medesime.

Fra le moltissime esperienze fatte ne riferisco tre serie contenute nelle Tabelle I., II, e III. La Tabella I. riguarda una serie di esperienze fatte colla coppia rame e ferro a dischetti sovrapposti. Nella prima rubrica sono registrate le-

successive temperature a cui si trovò in uno dei due bagni la saldatura N. 1 della coppia, e similmente nella seconda le temperature della saldatura N. 2 collocata nell'altro bagno: nella terza rubrica sono indicate le deviazioni galvanometriche quando il commutatore era nella I. posizione; nella quarta le analoghe indicazioni per la II. posizione del commutatore: nella quinta rubrica trovansi le medie fra le due indicazioni galvanometriche, e finalmente nella sesta le medie differenze di temperatura fra le due saldature.

Nella Tabella II. sono consegnati gli analoghi risultati avuti dalla coppia acciajo-pakfong, e nella Tabella III. quelli ottenuti dalla coppia termoelettrica ferro-pakfong a dischetti sovrapposti.

TABELLA I.

Elemento rame e ferro a dischetti sovrapposti.

Temperatura del vaso contenente la saldatura N. 1.	Temperatura del vaso contenente la saldatura N. 2.	DEVIAZIONE DEL GALVANOMETRO		Media deviazione del Galvanometro	Media differenza di temperat. fra le due saldature
		I.a posizione del commutatore	II.a posizione del commutatore		
12°,85	14°,7	10,5 S	14,0 D	12,25	1°,85
17,50	»	16,0 D	13,5 S	15,1	2,80
»	»	16,0 »	15,0 »		
19,80	»	27,0 »	25,0 »	26,0	5,1
21,05	»	33,0 »	28,5 »	31,3	6,25
»	»	33,0 »	30,5 »		
20,75	»	32,0 »	31,0 »		
23,95	»	43,0 »	41,5 »	42,25	9,25
28,15	»	51,0 »	49,0 »	50,0	13,45
31,60	»	56,0 »	53,2 »	54,6	16,9
34,65	»	59,5 »	54,0 »	57,5	20,1
34,95	»	60,0 »	56,5 »		

TABELLA II.

Elemento pakfong e acciajo.

Temperatura del vaso contenente la saldatura N. 1.	Temperatura del vaso contenente la saldatura N. 2.	DEVIAZ. DEL GALVANOMETRO		Media deviazione del Galvanometro	Media differenza di temperat. fra le due saldature
		I.ª posizione del commutat.	II.ª posizione del commutat.		
15°,25	13°,4	18,0 S	18,0 D	18,0	1°,84
17, 10	»	32,0 »	33,0 »	32,5	3, 7
19, 55	»	42,0 »	44,5 »	42,9	6, 1
19, 45	»	42,0 »	43,0 »		
21, 2	»	47,5 »	48,5 »	48,0	7, 8
28, 25	»	59,0 »	62,0 »	60,0	14, 8
»	»	59,5 »	60,0 »		
34, 25	»	65,5 »	68,5 »	67,5	20, 85

TABELLA III.

Elemento pakfong e ferro a dischetti sovrapposti.

Temperatura del vaso contenente la saldatura N. 1.	Temperatura del vaso contenente la saldature N. 2.	DEVIAZ. DEL GALVANOMETRO		Media deviazione del Galvanometro	Media differenza di temperat. fra le due saldature
		I.ª posizione del commutat.	II.ª posizione del commutat.		
13°,75 C	10°,8 C	33,5 S	28,5 D	29,9	2°,95
»	»	32,0 »	27,0 »		
14, 45	»	36,5 »	35,0 »	35,7	3, 65
17, 35	10, 1	46,0 »	44,0 »	47,5	7, 15
17, 15	»	49,0 »	46,0 »		
20, 60	10, 8	53,0 »	56,0 »	54,5	9, 7
24, 10	»	60,0 »	63,0 »	61,8	12, 3
13, 35	10, 4	36,5 »	26,5 »	31,0	2, 95
13, 4	10, 6	29,0 »	28,0 »	28,5	2, 8
32, 90	30, 95	21,5 »	18,0 »	21,0	2, 0
33, 0	»	23,5 »	21,0 »		

Per iscorgere la relazione che esiste fra le differenze di temperatura contenute nella sesta rubrica, e le corrispondenti deviazioni galvanometriche registrate nella quinta si ricorre ad una costruzione grafica ottenuta col mezzo d'un sistema di assi coordinati, col quale si determina la posizione de' punti aventi per ascissa la differenza di temperatura delle due saldature, e per ordinata la corrispondente deviazione galvanometrica. Congiungendo poscia questi punti si ha una linea continua che rappresenta la legge voluta. In questo modo sono state ottenute le tre linee ferro-rame, acciajo-pakfong, ferro-pakfong delineate nella Tavola II.

Dalla ispezione di queste linee si fa manifesto ciò che

venne provato da tutti gli sperimentatori, che oguuna di queste linee si mantiene retta a partire dall'origine delle coordinate fino alle ordinate che corrispondono a circa 30° del galvanometro, dopo di che la linea si incurva volgendo la sua concavità all'asse delle ascisse, ed aumenta sempre più la curvatura.

Ciò significa che al di sotto di 30° del galvanometro le deviazioni sono proporzionali alle differenze di temperature fra le due saldature della coppia termoelettrica, e che al di là dei 30°, le deviazioni crescono più lentamente delle differenze di temperatura. Così per esempio, osservando la linea relativa alla coppia termoelettrica ferro-rame, si vede che per la differenza di temperatura eguale ad 1 la deviazione galvanometrica è di circa 5°, per la differenza di 2° la deviazione è doppia, cioè 10°, per la differenza termometrica eguale a 5°, la corrispondente deviazione galvanometrica é quintupla, coié 25"; ma per la differenza termometrica di 10° la deviazione è di soli 43°, cioè meno che decupla,

Questo decremento nelle deviazioni galvanometriche deriva da due cause: la prima è inerente al galvanometro, e dipende da ciò che quanto più l'ago si scosta dalla posizione d'equilibrio, che è quella del meridiano magnetico, tanto minore è l'azione esercitata sul medesimo dalla corrente elettrica che attraversa il filo del galvanometro, ed invece aumenta l'azione della coppia magnetiea terrestre, che tende a ricondurre il sistema d'aghi parzialmente compensati nella posizione del meridiano magnetico, ed agisce con un momento di rotazione tanto più grande quanto maggiore è l'angolo che forma l'ago col meridiano magnetico,

La secouda causa poi dipende dalla coppia termoelettrica, e consiste in ciò che uguali aumenti nella differenza di temperatura delle due saldature non producono uguali aumenti nelle intensità della corrente elettrica sviluppata: ma che anzi questi aumenti vanno successivamente decrescendo. Questo fatto venne scoperto da Rcgnault. ed io ebbi occasione di verificarlo nel corso di queste esperienze.

Osservando le curve segnate sulla Tavola II, si vede altresì che le coppie ferro-pakfong e acciajo-pakfong hanno

una forza elettromotrice maggiore della coppia ferro-rame; e che ad uguali differenze di temperatura nella coppia ferro-pakfong corrispondono deviazioni galvanometriche doppie di quella originate dalla coppia ferro-rame.

Un grado del galvanometro da me usato rappresenta $\frac{1}{5}$ di grado di temperatura nella coppia ferro-rame, ed $\frac{1}{11}$ di grado nella coppia ferro pakfong.

Le tre curve suaccennate furono costruite con dati numerici forniti da esperienze, nelle quali una delle saldature era mantenuta ad una temperatura costante uguale o poco diversa da quella dell'ambiente, che variò tra i 10° C ed i 15° C., mentre l'altra saldatura veniva portata successivamente ad una temperatura sempre più elevata. Ora siccome lo scopo precipuo di queste ricerche era quello di fornire un apparato che servir potesse per la misura delle temperature del corpo umano, importava di vedere se le curve suddette si applicassero anche a temperature più elevate.

Per conseguenza feci molte altre esperienze mantenendo una delle saldature ad una temperatura costante superiore a 30° C., e facendo variare la temperatura dell'altra saldatura, ed ebbi sempre tali risultati, che prendendo per ascissa la differenza di temperatura, e per ordinata la deviazione galvanometrica, il punto da esse rappresentato veniva a cadere sulla curva già precedentemente tracciata.

Dunque le tre linee relative alle coppie termo-elettriche ferro-rame, acciajo-pakfong ferro-pakfong segnate nella Tav. II. si prestano anche per esperienze fatte al di sopra di 30° C., e quindi per le ricerche fisiologiche.

Fatta questa preliminare esposizione vediamo ora come si presti l'apparato alla misura della temperatura d'un determinato spazio.

Una delle saldature della coppia termoelettrica si colloca in un bagno contenente un termometro, e l'altra saldatura si pone a contatto della parte che si vuol esplorare, poscia si chiude il circuito. Se l'ago del galvanometro non devia, significa che le due saldature hanno la stessa temperatura, quindi la temperatura del bagno rappresenta anche la temperatura cercata. Ma se ha luogo deviazione galvanometri-

cà, è certo che una delle due saldature è più calda dell'altra. Importa che si sappia distinguere quale delle due saldature è più calda, ed a ciò si presta il senso della deviazione dell'ago nel galvanometro quando si conosca quale de' due metalli componenti la coppia si comporti come elemento elettro positivo e quale come elettro negativo.

A fissare le idee si imagini che la corrente elettrica, abbia la sua origine al luogo della saldatura calda. Per tutte tre le coppie suindicate al luogo della saldatura calda, il ferro assume lo stato elettro-positivo, e l'altro metallo lo stato elettro-negativo. Quindi nella coppia ferro-rame la corrente partendo dalla saldatura calda va alla fredda, percorrendo il filo di ferro e ritorna alla saldatura calda percorrendo quello di rame. Così dicasi della coppia ferro-pakfong, in cui la corrente va dalla saldatura calda alla fredda, passando pel filo di ferro, e ritorna dalla fredda alla calda percorrendo il filo di pakfong. Se il galvanometro si interpone nel filo elettro-positivo, sarà il reoforo che comunica colla saldatura calda, quello che introdurrà la corrente nello strumento; se invece il galvanometro si interpone nel filo negativo, sarà il reoforo che parte dalla saldatura fredda, quello per cui entra la corrente nel galvanometro.

Nella coppia ferro-pakfong rappresentata nella fig. I, il galvanometro è interposto nel filo di ferro; quindi l'ago devierà da quella parte del galvanometro che comunica col reoforo della saldatura calda. Invece nella fig. II il galvanometro dovrebbe interporsi tra i fili di rame, e la deviazione sarebbe nel senso del filo che comunica colla saldatura fredda.

Il senso della deviazione manifesta dunque immediatamente quale delle due saldature sia più calda: la media delle deviazioni galvanometriche corrispondenti alle due posizioni del commutatore porge modo di desumere facilmente dalla curva segnata sulla Tav. II., quanti gradi di temperatura e parti di grado rappresenti la osservata deviazione: e si avrà la temperatura assoluta del luogo esplorato coll' aggiungere o col togliere i gradi così determinati a quelli indicati dal termometro che giace nel bagno accanto all'altra saldatura. Chi non volesse servirsi della curva potrebbe dedurre una volta

per sempre una tabella simile alla seguente, che serve a convertire i gradi del galvanometro in gradi del termometro.

TABELLA IV.

DEVIAZIONI DEL GALVALOMETRO			Differenze di temperatura corrispondenti espresso in gradi centesimali
Elemento ferro-rame	Elemento acciajo-pakfong	Elemente ferro-pakfong	
0, 00	0, 00	00, 00	0, 0
5,°15	9, 90	10, 50	1 0
10, 25	19, 15	20, 70	2,°0
15, 45	27, 80	30, 50	3, 0
20, 20	34, 20	37, 00	4, 0
25, 45	38, 09	41, 15	5, 0
30, 60	42, 40	44, 80	6, 0
34, 45	45, 60	47, 65	7, 0
37, 75	48, 10	50, 20	8, 0
40, 45	50, 35	52, 75	9, 0
43, 20	52, 35	55, 20	10, 0
45, 55	54, 05	57, 40	11, 0
47, 45	55, 70	59, 20	12, 0
49, 15	57, 10	60, 80	13, 0
50, 80	58, 65		14, 0
52, 25	60, 15		15, 0
53, 50	61, 40		16, 0
54, 75	62, 40		17, 0
55, 80	63, 80		18, 0
56, 90	65, 1		19, 0
57, 80			20, 0
58, 60			21, 0
59, 30			22, 0
59, 90			23, 0
60, 40			24, 0

La determinazione della temperatura d'un dato luogo riesce più esatta se si procuri di portare le due saldature alla medesima temperatura o a differenze così piccole , che

al galvanometro sieno misurate da archi inferiori a 30° perchè, come s' è visto, al di là di quel limite il galvanometro diventa sempre meno sensibile. Quindi quando si voglia esplorare la temperatura che presenta la superficie del corpo umano, p. es., sotto l' ascella è utile di mantenere una delle saldature alla temperatura di 37° C.

In queste ricerche fisiologiche bisogna però procedere con molta cautela per allontanare tutte le cause di errore. Quindi finchè si tratti di esplorare la temperatnra di una delle parti del corpo che è protetta, come l'ascella, si può ritenere che la saldatura posta in contatto colla medesima si trovi in circostanze equivalenti a quelle della saldatura posta nel bagno. Ma se si volesse determinare la temperatura d' una parte del corpo non protetta, converrà coprirla al momento dell' osservazione e tenervi a contatto la saldatura tanto tempo che basti a far sì che questa assuma in tutte le sue parti la temperatura stessa della parte toccata. Si accelera l' operazione col tenere prima dell' esperienza questa saldatura nello stesso bagno dell' altra in modo, che la sua temperatura al momento del contatto non differisca sensibilmente da quella della parte toccata.

Ma anche senza far uso d' un bagno si potrebbe determinare la temperatura delle varie parti superficiali del corpo nel modo seguente: si determina prima con un termometro a mercurio la temperatura dell'ascella: poscia si collocano sotto l'ascella le due saldature, e vi lasciano quanto basti a far sì che assumano la temperatura di quella parte del corpo; indi mantenendo fissa a quel posto una delle saldature si porta l'altra successivamente su questi punti del corpo che si vogliono studiare, notando le deviazioni galvanometriche che servono a determinar poscia la differenza di temperatura. Bisogna aver cura che in ogni esperienza le due saldature si trovino in circostanze equivalenti; e quando si volesse esplorare con una saldatnra una parte scoperta del corpo, per es. la guancia. è necessario di scoprire anche il luogo ove si tiene l'altra saldatura.

Qui riferisco i risultati di alcune determinazioni termometriche fatte alla presenza del cav. Pinali nella Clinica medica.

Importava di conoscere la temperatura di alcune parti del corpo d' una donna affetta da febbre tifoidea.

Tenendo una delle saldature in un bagno e l'altra sotto l' ascella, si vide che l' ago del galvanometro rimaneva allo zero quando la temperatura del bagno era di 39,05 C. Dunque la temperatura del corpo di quella donna era in quel momento 39,95 C. = 21°,2 R. È bene notare che mezz'ora prima l' egregio assistente del Prof. Pinali ne avea misurato la temperatura con un termometro a mercurio, ed avea ottenuto 31°,1 R.

Poscia si determinò la temperatura del petto al di sotto della mammella sinistra, e si ebbero 39°,0 C. Indi tenendo fissa una saldatura in questo punto, e portando l'altra in altre parti si ebbero i seguenti risultati:

Temperatura	della mano sinistra	38°,45 C.
»	del piede sinistro.	36°, 7 »
»	della fronte.	37°,95 »
»	della guancia sinistra	37°,95 »
»	della guancia destra, la quale era injettata di sangue . . .	39°,95 »

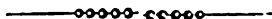
Altre determinazioni vennero fatte pochi giorni fa sopra un individuo affetto da diabete zuccherino.

Si ebbero i seguenti risultati:

Temperatura	dell'ascella	36,15 C
»	della bocca.	»
»	della tempia	»
»	della regione dei nervi . . .	»
»	del dorso del piede destro . .	27°,55 »
»	della pianta » » . .	27, 20 »
»	della palma della mano . . .	29. 25 »
»	del dorso » » . .	26, 75 »
»	della guancia.	35, 30 »
»	dell'addome	36, 45 »

È bene notare che la temperatura dell'ambiente era di 15° C.

Dalle cose esposte parmi di poter conchiudere che se la misura delle temperature col mezzo di coppie termoelettriche non è destinata all'uso comune, pure sia l'unico mezzo finora si possegga per determinare la temperatura superficiale del corpo con qualche precisione, e che dall'impiego di una coppia termoelettrica colle dovute precauzioni i fisiologi possano ritrarre notevole vantaggio nelle loro ricerche sia riguardo all'esattezza come alla speditezza (1).

E qui finisco esprimendo la mia riconoscenza all'egregio dott. Naccari, assistente alla Cattedra di fisica, che mi coadiuvò iu questo lavoro con una abilità e con uno zelo meritevole di sommo encomio.

(1) Quando questo lavoro era in corso di stampare in occasione di visitare in Firenze il chiar. Prof. Schiff. Anche egli fa uso d' una coppia ferro-pakfong, ma nella ricerca delle temperature superficiali preferisce l' uso di piccoli termometri a massimo di Walferdin. — Parmi però difficile il sottrarre il bulbo di siffatti termometri da estranee influenze.

RICERCHE SULLA SALIVA E SUGLI ORGANI SALIVALI DEL *DOLIUM GALEA* E DI ALTRI MOLLUSCHI; NOTA DI S. DE LUCA E P. PANCERI.

In continuazione della precedente comunicazione circa la saliva del Dolium galea, annunciamo di avere estese le ricerche sopra altri gasteropodi nel liquido delle glandole salivali dei quali abbiamo rinvenuto similmente dell' acido solforico libero in notevole proporzione. Dessi sono i seguenti:

Tritonium	*nodiferum,*	Lk.
—	*corrugatum,*	Lk.
—	*cutaceum,*	Lk.
—	*hirsutum,*	Fab. Col. (1)
Cassis	*sulcosa,*	Lk.
Cassidaria	*echinophora,*	Lk.
Murex	*trunculus,*	L.
—	*brandaris,*	L.
Aplysia	*camelus*	Cuv.

intorno ai quali non conosciamo osservazioni antecedenti riferibili al liquido salivale.

Avendo poi avuti altri esemplari di *Dolium galea* primamente osservammo che non solo il condotto escretore ma tutto

(1) *Fabii Columnae*, Aquatilium et terrestrium aliq. animalium aliarumq. nat. rer. observationes, tab. fol. XII. (*Bucc. hirsutum*). V. Opera intit. Ecphrasis minus cognit. rariorumq. stirp. Romae 1616.

l' involucro membranoso delle glandole è contrattile, e poi determinammo il peso delle glandole salivali in rapporto colle altre parti dell' animale in due individui coi seguenti risultati:

	I	II
Mollusco . . .	gr. 1305 . .	gr. 520
Conchiglia. . .	» 550 . .	» 255
Le glandole . .	» 150 . .	» 80
	gr. 2005	gr. 855

le quali cifre dimostrano che le glandole rappresentano dal 7 al 10 per 100 del peso dell' animale.

Ci siamo in seguito assicurati della presenza del liquido acido delle glandole salivali nel diverticolo esofago ed ancora nello stomaco, nel qual liquido di nuovo si è rinvenuto e dosato l' acido solforico. La composizione centesimale di uno dei liquidi esaminati ultimamente è rappresentata dalle seguenti proporzioni:

Acido solforico libero e combinato	4,05
Cloro dei cloruri	0,02
Potassa, soda, calce, magnesia, acido fosforico, ferro, materie organiche azoto-solforate ec. (per differenza)	6,43
Acqua	89,50
	100,00

Si è in seguito potuto determinare la natura del gas che nella precedente comunicazione dicemmo svolgersi dal liquido salivale non appena le glandole integre o lacerate vengano messe allo scoperto. Questo gas è dell' acido carbonico puro, poichè raccolto in copia fu completamente assorbito da una soluzione di potassa caustica. Una glandola di *Dolium* il cui peso approssimativo era di 75 grammi ha fornito 206 cent. cubici di acido carbonico, svolto a principio nell' acqua acidulata dallo stesso liquido salivale ed infine aggiungendovi una soluzione allungata

di acido solforico. L' altra glandola dello stesso individuo, la quale pesava 75 grammi, ha fornito un volume di gas eguale a 137 cent. cub., senza tener conto di una certa quantità di gas che a principio non si potè raccogliere.

Mentre abbiamo constatato lo stesso sviluppo di gas dalle glandole dei *Tritonium* da noi osservati e della *Cassis sulcosa* circa il *Dolium* possiamo dunque aggiungere che il liquido salivale oltre dell' acido solforico libero che contiene può svolgere una quantità notevole di acido carbonico puro la cui presenza in ogni caso, in unione di un acido energico, merita di esser presa in considerazione.

Un' altra proprietà del liquido salivale che merita di essere ricordata, e che d' altronde la sua composizione ci faceva preconizzare, è quella di non alterarsi spontaneamente lasciato in contatto dell' aria, e di conservare, anzi che menomamente alterare le sostanze albuminoidi. Cubi di albumina e carni di altri molluschi vi furono impunemente lasciate per qualche settimana immerse senza apparente modificazione.

Mentre procedono le indagini sopra la saliva e gli organi salivali di altri molluschi, giova dire che le conchiglie del *Dolium* e di quelli altri gasteropodi trovati in possesso di acido solforico sono composte di carbonato di calce e di tracce di carbonato di magnesia senza parlare dei componenti che derivano dalla sostanza organica della conchiglia e dalle sostanze incrostanti. Saranno anche in seguito riferite le analisi del sangue di qualche specie che meglio si è prestata all' uopo, come il *Tritonium nodiferum*, giova intanto dire che la reazione di questo liquido è, come d' ordinario, alcalina.

FINE DEL VOLUME XXVI.

ERRATA CORRIGE

Nell' articolo — *Ricerche paleoetnologiche nelle alpi apuane* del Dott. C. REGNOLI in cui citasi l'Opera del sig. Ingegnere *Gastaldi* alla pag. 341 verso 22 ove dico a Tav. V. deve dire a Tav. III. Parimente alla pag. 353 ove dico (Tav. VI. fig. 9) deve dire (Tav. V. fig. 9).

I N D I C E

Tom. Santoni in.

Bagno N.° 2
t
a
filo di packfong

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80
Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . . . 20 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, ossia una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

Le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *L. Ungher* — *Tipografia Pieraccini*, od a Firenze al sig. *Andrea Brouzet*.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa

NELL' ANNO 1844

DAI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA

E CONTINUATO

DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE e NATURALI

DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXVII.

APRILE

(Pubblicato il 30 Aprile 1868)

1868.

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

INDICE

SOPRA LA SOLUBILITA' E LA PREPARAZIONE DELLA CHININA;

DI FAUSTO SESTINI.

I. *Solubilità della Chinina nell' Acqua.*

Uno scienziato olandese, il sig. E. A. Van der Burg, in un suo pregevole scritto su gli alcaloidi delle chine, pubblicato or sono due anni e mezzo (vedi *Zeitscrift für analytische chemie* von Dott. R. C. Fresenius — Vierter Jahrgang 1865 — s. 273) richiamava l'attenzione dei Chimici sopra la grande differenza che passa tra le cifre, colle quali i diversi autori rappresentano la solubilità della chinina nell' acqua, e ricordava che mentre nel *Handwörterbuchs* (II Band s. 159) è indicato che la chinina idrata ha bisogno di 400 parti di acqua fredda, e 250 parti di acqua bollente per sciogliersi; il sig. Van Heijningen (*Scheik Onderzoekingen*. Th. V. s. 250) dice invece, che a 0° una parte si scioglie in 830 parti di acqua, e al grado dell' ebullizione in 200 p.; e Gerhardt dal canto suo (*Traité de Chimie organique*, T. IV. pag. 109) asserisce che la chinina si scioglie in 350 p. in circa di acqua fredda, in 400 p. se l'acqua è bollente.

La differenza si rende sempre più manifesta confrontando i varii coefficenti di solubilità assegnati dai Chimici alla chinina da Lövig, da Weltzien, da Pelouze et Fremy etc; e perciò approfittai molto volentieri della favorevole occasione, che l'ana-

lisi di alcuni sali di chinina ultimamente mi offriva, per determinare di nuovo la solubilità della chinina nell' acqua.

Esper. A. — In una bottiglia fornita di tappo a smeriglio furono posti 5 gr. di chinina anidra, pura ed in polvere, con 250 C. C. l' acqua stillata; si portò il recipiente in un luogo che non poteva essere soggetto che a leggeri cambiamenti di temperatura, e 2 o 3 volte il giorno il contenuto fu fortemente agitato. Dopo 4 settimane 100 C. C. del liquido filtrato, preso a 20° C. evaporato colle dovute cautele, lasciò un residuo di chinina, che seccato a 100° C. pesava 0gr, 050. Dopo 6 settimane evaporando altri 100 C. C. di soluzione, misurata pure a 20° Ci si ebbe un residuo di 0gr,059 di chinina seccata a 100° Ci.

Esper. B. — Fatto un esperimento identico al precedente con 5 gr. di chinina idrata purissima ed ancora allo stato gelatinoso, e 250 C. C. di acqua, ne risultò che in una settimana 100 C. C. d' acqua a 20° Ci avevano sciolto 0gr,038 di chinina pesata anidra; e che in 4 settimane lo stesso volume di acqua scioglieva 0gr,060 di chinina, pesata al solito disseccata a 100° Ci.

Esper. C. — Una soluzione acquosa di chinina che conteneva 0gr, 043 di alcaloide libero (anidro) in 100 C. C, posta a contatto con 2 o 3 gr. di idrato di chinina cristallizzato, dopo un mese di tempo coll' evaporazione lasciò un residuo bianchissimo, che seccato a 100° Ci pesò 0gr, 0605.

Esper. D. — 250 C. C. di soluzione acquosa di chinina satura al punto di ebollizione, col raffreddamento depose 0gr,169 di chinina, pesata dopo essere stata ridotta anidra ; ed evaporando l' acqua madre si ottenne 0gr,108 di chinina anidra. Sicchè 250 C. C. di acqua bollente avevano sciolto 0gr,277 di chinina anidra ; ossia 1gr,108 per litro.

La maggior quantità di chinina scioltasi in 100 C. C. di acqua a 20° è stata nell' Esp. A = 0gr,059.
— B. = 0, 060.
— C. = 0, 0605.

Si può quindi ammettere che 1 litro d' acqua a 20° sciolga 0gr,600 di chinina anidra, corrispondente a 0gr,7002 di idrato di chinina con 3 molecole d' acqua (= $3 H^2\Theta$); e per conseguenza si può dedurne che:

1 gr. di chinina anidra si scioglie in 1667 C. C. di acq. a 26° C^{i}.
1 » di » idrata (= 3 $H^2\Theta$) 1428 » »

La quantità di chinina anidra scioltasi nell'acqua a 100° C. o bollente, fu di 1^{gr},108 per litro; ossia 1 grammo di chinina anidra si scioglie in 902 C. C. di acqua a 100° C^{i}, mentre un grammo d' idrato di chinina (= 3 H^2 Θ) sciogliesi in 773,4 C. C d' acqua alla stessa temperatura.

Le cautele usate per ottenere la chinina purissima, e la concordanza delle esperienze sopra descritte, mi assicurano della precisione dei resultamenti conseguiti.

II. *La solubilità della chinina nell' acqua è favorita o contrariata dagli alcali?*

Per risolvere questo quesito prima ho fatto ricorso ai libri, e poi alla esperienza. Dai libri ho appreso ben poco, poichè ciò che leggesi in uno non concorda con quello che sta scritto in altro, ed anche attenendosi ai più autorevoli non è possibile formarsi un concetto esatto della cosa in questione.

Berzelius, infatti, dice « Ammoniaque caustique et le car- « bonate ammoniacal en dessolvent plus (de quinine) que l'eau « pure, tandisque les solutions des alcalis fisses n'en prennent « rien ». (*Traité de Chimie.* Paris 1850. T. 6.° pag. 84.)

Liebig, d' altra parte, si esprime così: « La solution (de « quinine) a una reaction alcaline; les alcalis concentrés en « precipitent la quinine ». (*Chimie organique.* Bruxelles 1843. pag. 572.)

Lövig però asserisce che la chinina si scioglie nella lissivia di potassa e non in quella di soda. Ed ecco le sue precise parole: « Das Chinin löst sich in Kalkwasser, in Ammoniak, und « in Kalilange, aber nicht in Natronlauge ». (*Grundriss der organischen Chemie* von D. Carl Lövig s. 375. 1852. Braunschweig).

Questo è quello che si può imparare dai libri: vediamo ora quello che insegna l' esperienza.

Esp. A. — 1 gr. di chinina pura, anidra ed in polvere,

fu posto in un recipiente insieme con 50C. C. di lissivia, che conteneva 1 gr. di potassa caustica; si agitò spesso il liquido, e dopo mezz'ora se ne filtrò una piccola porzione, l'alcali fu soprassaturato con acido cloridrico, e poi trattata la soluzione con acqua clorata ed ammoniaca si manifestò una colorazione verde assai intensa.

Esp. B. — Fatta una lissivia con 1 parte di potassa caustica e 5 p. d'acqua, a varie riprese vi fu aggiunto della soluzione satura di chinina alla temperatura ordinaria, e il liquido mai videsi intorbidarsi.

Esp. C. — Fatta un'altra lissivia con 1 parte di soda caustica e 5 p. d'acqua, vi furono aggiunti 60, 8 C. C. di soluzione satura di chinina, e subito o quasi subito si vide formarsi un intorbidamento e poi un precipitato bianco; affondando altra soluzione acquosa satura di chinina, il precipitato aumentò: ma aggiuugendo acqua stillata, oppure un volume non piccolo di soluzione satura di chinina, il precipitato scomparve affatto. D'altra parte il liquido torbido divenne limpido anche col solo riscaldamento, ma raffreddandosi tornò ad intorbidarsi.

Dalle resultanze di questi esperimenti ne consegue:

1.° che le soluzioni alcaline non molto concentrate sciolgono abbastanza bene la chinina;

2.° che gli ossidi alcalini contrariano la solubilità della chinina nell'acqua; in modo che in una lissivia contenente $^1/_6$ del suo peso di soda la chinina non si scioglie affatto.

Alcuni poi credono che gli alcali precipitino la chinina, perchè tolgono a questa base organica il solvente; ma ciò non mi pare ammissibile, perchè se realmente fosse la potassa dovrebbe precipitare la chinina meglio della soda, e invece avviene l'inverso. Sono anzi molto inclinato a credere, che la chinina si combini nelle circostanze indicate cogli ossidi alcalini, e formi dei composti poco solubili a freddo. E in questa opinione sono confermato dalla combinazione che gli alcali contraggono con alcune materie organiche, e tra l'altre colla fenilformamide, alla quale aggiungendo una lissivia concentrata di soda formasi un composto cristallino, che quasi subito si depone al fondo del liquido.

III. *Preparazione della chinina pura.*

Per preparare la chinina, come è ben noto, si suol precipitare in modo conveniente la soluzione del solfato di questa base per mezzo dell' ammoniaca; ma da tutti non è avvertito, che volendo ottenere un prodotto purissimo bisogna lavare l'alcaloide precipitato con tal volume d' acqua, che una discreta quantità del precipitato si discioglie e va perduto nelle acque di lavature, se di queste non si tien conto. Tale avvertenza non era sfuggita alla sagace attenzione del Berzelius, il quale raccomandava di non lavare troppo la chinina, e operando in grande proponeva di precipitare di nuovo l'alcaloide, dal liquido concentrato coll' ebullizione. Ai fabbricanti di prodotti chimico-farmaceutici, a quanto pare, fa comodo tenere a memoria le osservazioni del celebre chimico Svedese, poichè ultimamente saggiando attentamente la chinina, che mettono in commercio due delle principali fabbriche estere, trovai che a motivo di incompleta lavatura, conteneva una quantità di acido solforico assai rilevante. La difficoltà che c' è a portare via dalla chinina precipitata tutto l'acido solforico per mezzo dell'acqua fa credere, che per l'azione dell'ammoniaca sul solfato chininico si formi un sale basico poco solubile, il quale sarebbe la costante impurità della chinina del commercio.

Avendo, come sopra ho detto, riconosciuto che la soda precipita la chinina meglio degli altri alcali, io nella preparazione dell' alcaloide in discorso preferisco la soda invece dell' ammoniaca; e per asportare tutto l' acido solforico (o il solfato basico) lavo, fino a che le acque di lavatura non presentano più reazione alcuna col cloruro di bario. Operando in tal modo ottengo un grande volume di acqua di lavatura, dalla quale separo la chinina, aggiungendo un po' di carbonato ammonico, riducendo il liquido per mezzo del calore a secchezza, e poi trattando il residuo con alcool rettificato, che scioglie la chinina, e lascia indietro il carbonato di soda.

In ultimo farò parola di un inconveniente, di poco momento però, che spesso avviene lavando la chinina precipitata per mezzo della soda: quando si pone sul filtro il voluminoso

precipitato bianco, il liquido passa limpido al di sotto della carta; ma tosto che si comincia a lavare il liquido, dapprima passa limpido; ma poi vien torbido, e ciò, secondo me, avviene perchè l'acqua pura colla quale si lava il precipitato scioglie subito una certa quantità di chinina idrata, e la soluzione filtrando va a mescolarsi colla lissivia alcalina, che è nel recipiente sottostante al filtro, e quindi la chinina è precipitata dalla soda caustica.

RICERCHE CHIMICHE SULL'ACQUA TROVATA IN UN VASO DI BRONZO A POMPEI E SULLE INCROSTAZIONI IN ESSO RINVENUTE; NOTA DEL PROF. S. DE LUCA.

In una comunicazione da me fatta all'Accademia di Napoli in data del 13 Aprile di questo volgente anno 1867 diceva essersi rinvenuta, negli scavi eseguiti a Pompei il 29 del mese precedente di Marzo, una marmitta di bronzo situata sopra un treppiedi di ferro, la quale era munita di un coperchio anche di bronzo che si adattava sull'apertura di essa in modo da non far penetrare nell'interno l'acqua che fosse caduta sul coperchio stesso; diceva pure che il vaso si era trovato pieno di acqua limpida e trasparente, e che si asseriva da taluno essere stata quell'acqua riposta nel vaso dagli antichi, e non penetratavi posteriormente per infiltramento. Fin d'allora io dichiarava che l'acqua stessa non fosse di data così antica, e mi riservava di darne le ragioni, dopo terminato l'esame delle abbondanti incrostazioni, trovate aderenti alle pareti interne ed esterne del recipiente menzionato.

Posteriormente, nella tornata del 12 Ottobre di questo stesso anno, io faceva all'Accademia stessa una comunicazione su'cristalli di carbonato di rame, altri blù ed altri verdi, rinvenuti impiantati nelle incrostazioni terrose di cui sono ricoperte le pareti interne del vaso accennato, ponendo in rilievo l'interesse che lo studio delle sostanze componenti i diversi strati di tali incrostazioni può avere per la geologia.

La presente Nota comprende i risultamenti ottenuti dall'analisi chimica dell'acqua contenuta nel vaso e delle incrostazioni aderenti alle pareti interne ed esterne del vaso stesso.

La marmitta di bronzo di cui è parola si rinvenne nella cucina della seconda casa che fa seguito a quella di Epirio Rufo a Pompei; riposava sopra un treppiedi di ferro, alto circa 16 centimetri, di forma non perfettamente regolare, e tutto deformato per la molta ruggine aderente e per le incrostazioni di corpi porosi di origine vulcanica su di esso impiantati; essa aveva due manichi anche di bronzo trovati dissaldati, ciascuno de' quali è formato di un pezzo metallico portante nel centro un piccolo anello fisso, in cui vi è un grosso anello mobile; questi due anelli mobili de' manichi servivano per poter prendere la marmitta e portarla da un sito in un altro, o sospenderla. Un terzo manico di bronzo composto di due delfini, trovato anch' esso dissaldato, faceva parte del coperchio.

Il vaso ha largo fondo e convesso, e va restringendosi verso la parte superiore, ove mettesi in piano, e quivi si eleva un bordo verticale alto 37 millimetri, il quale costituisce l'apertura del vaso; la sua altezza totale compreso il detto bordo verticale è poco maggiore di 24 centimetri; il diametro massimo che forma la pancia del vaso, è di 27 centimetri e mezzo, mentre quello dell'apertura è di 15; l'altro diametro poi preso ove il vaso finisce di restringersi ed ove comincia a mettersi in piano misura 22 centimetri; sicchè il vaso stesso è più largo che alto.

Il coperchio poi è munito anche di un bordo verticale alto 4 centimetri e del diametro di 16 centimetri, sicchè riceve il bordo del vaso e lo copre esattamente.

Le pareti interne del vaso sono ricoperte di incrostazioni terrose biancastre, sulle quali si veggono impiantati migliaia di piccoli cristalli azzurri, di una trasparenza perfetta di un colore nitidissimo e ben definiti per la forma. Sulle incrostazioni presso l'apertura del vaso, rimaste a secco, si osservano delle materie verdi confusamente cristallizzate. Le incrostazioni sono a strati, gli uni soprapposti agli altri, gli esterni più colorati, i sottoposti cenericci e bianchi, costituiti, per la massima parte di piccoli cristalli bianchi trasparenti e ben definiti.

I cristalli azzurri si osservano bene ad occhio nudo e distintamente con una lente d' ingrandimento; gli altri è necessario osservarli con la lente o col microscopio per determinarne la forma.

L' acqua trovata nel vaso era limpida e trasparente senza veruna materia in sospensione, di sapore alquanto aggradevole e con reazione leggermente alcalina; la sua densità determinata alla temperatura di 20° centigradi è di 1,001 partendo da quella dell' acqua distillata fatta eguale all' unità; un' altra determinazione eseguita alla temperatura di 21° centigradi ha fornito per la densità la stessa cifra di 1,001; mentre con una terza determinazione alla temperatura di 13° centigradi si è ottenuta la densità di 1,003.

La quantità di materia fissa che la detta acqua lascia con l' evaporazione a secchezza è di 1gr,032 per ogni litro; due altre determinazioni fatte in epoche diverse hanno fornito risultamenti quasi identici, poichè in una si è ottenuto un residuo di 1gr,000 ed in un' altra il residuo pesava 0gr,960 per ogni litro. Un tale residuo è bianco giallastro, ma riscaldato in un tubo di vetro chiuso da una parte, diviene leggermente nerastro, per tornare bianco quando lo si calcina in contatto dell' aria. Lo stesso residuo è solubile quasi interamente nell' acido cloridrico ed è costituito da' carbonati di calce e di magnesia, da cloruri e da solfati e da tracce di fosfati, di silice, di ferro e di sostanze organiche. Quest' acqua s' intorbida leggermente con l' ebollizione, ed i gas che in tal caso essa svolge sono costituiti dagli elementi dell' aria e dall' acido carbonico che rappresenta la metà circa del volume totale de' gas sviluppati.

L' alcalinità del liquido aumenta per mezzo della concentrazione e la si mostra con l' inverdimento dello sciroppo di viole e di mirto australe, con l' arrossimento della tintura gialla di curcuma, e colla ripristinazione del colore azzurro della carta di tornasole arrossata da un acido. Quando il liquido è ridotto, per mezzo della evaporazione, al ventesimo circa del suo volume, comincia a depositare dopo l' addizione di un eccesso di acido tartrico e di un miscuglio di alcoole e di etere, un precipitato cristallino di cremore di tartaro, che si discioglie facilmente in una soluzione di potassa.

La stessa acqua precipita abbondantemente con l'azotato di argento; questo precipato è solubile in gran parte nell'acido nitrico, mentre la parte che n'è insolubile si scioglie facilmente e completamente in poche gocce di soluzione ammoniacale. Si constata nella stessa acqua la presenza della calce e della magnesia, de' solfati in piccola quantità, e veruna traccia di un composto di rame, anche operando sul residuo proveniente dall'evaporazione a secchezza del liquido.

La parte esterna del fondo della marmitta era ricoperta di una materia nerastra, e verso la parte centrale del suolo ove era situato il treppiedi, si son rinvenuti alcuni frammenti di carboni, e ciò dimostra che in quel sito si era fatto del fuoco per far bollire l'acqua contenuta nel recipiente. Tanto il vaso di bronzo che il suo coperchio conservavano la loro forma normale, ma la loro superficie esterna era sopra molti punti ricoperta di uno strato solido colorato diversamente in nero, in verde ed in azzurro.

Appena sollevato il coperchio, si è osservato che il vaso era quasi pieno di acqua; la quale non potendo penetrarvi dalla parte superiore, per cagione del coperchio munito del suo orlo circolare esterno che ricopriva esattamente l'orlo interno del vaso, si è creduto che quest' acqua fosse quella stessa ripostavi dagli antichi son già 18 secoli. Una tale interpretazione ci è sembrata poco probabile, poichè non era ammissibile che l'acqua potesse conservarsi nella sua integrità primitiva per 18 interi secoli in un vaso non ermeticamente chiuso. Quindi è che in vista dell'interesse archeologico che presenta questo fatto, e dell' interesse geologico che viene dallo studio delle incrostazioni trovate nell'interno del vaso di bronzo, abbiamo creduto utile di fare delle ricerche per rischiarare una tale quistione esaminando accuratamente la natura e la composizione delle dette interne incrostazioni.

Le incrostazioni che tapezzano le pareti interne del vaso, sono formati a strati, gli uni soprapposti agli altri. La spessezza è maggiore negli strati del fondo, ed è minima negli strati che si avvicinano all'apertura. Ad occhio nudo o meglio per mezzo di una lente o del microscopio si osserva un' infinità di piccoli cristalli prismatici bianchi e trasparenti, i quali formano

quasi tutta la intera massa delle incrostazioni, e moltissimi altri piccoli cristalli sporgenti al di fuori colorati in azzurro e pochissimi in verde. L'analisi dimostra che simili incrostazioni sono costituite in gran parte di carbonato calcare con carbonato di magnesia, di carbonato di rame più o meno idratato (azzurrite e malachite), di fosfato di calce in piccola quantità, e di tracce di silice e di ferro. Co' mezzi più dilicati non si è riuscito di scoprire nelle incrostazioni stesse la presenza del piombo.

Esaminando con maggiore attenzione le pareti interne del vaso; si osservano de' luoghi, ove le incrostazioni mancano, ed ove invece si trovano i soliti cristalli di azzurrite, evidentemente formati posteriormente all' epoca in cui si sono staccate le dette incrostazioni. Questo distacco è identico a quello che si verifica ne' vasi di cui si fa uso oggi giorno per far bollire l'acqua: spesso avviene che per la permeabilità degli strati aderenti alle pareti de' vasi stessi, e per l'azione del calore sul liquido penetratovi, le incrostazioni in parte si distaccano. Quindi è a credere che una parte di quelle incrostazioni si trovassero prima del seppellimento di Pompei.

I cristalli di azzurrite, oltre la loro distribuzione regolare su tutta la superficie delle pareti interne del vaso, essi si trovano più affollati a forma di cercine, a varie altezze del vaso stesso, indicando così i livelli diversi dell'acqua penetratavi. Infatti una gran quantità di cristalli azzurri disposti a forma circolare, si osserva presso l' apertura del vaso, precisamente ove era l'altezza del livello dell'acqua il giorno dello scovrimento del vaso stesso.

La materia di natura complessa, aderente al fondo esterno del vaso, era di color nerastro; esaminandola attentamente con lente d'ingrandimento, vi si scorgono corpi diversamente colorati in verde, in azzurro, in rosso ed in giallo rossastro. Agitando il tutto coll' acqua, la materia nerastra galleggia sul liquido e la si può separare dalle altre sostanze, che pel più forte loro peso specifico occupano il fondo. La stessa materia nerastra e leggiera, raccolta sopra un filtro lavata e disseccata, brucia come il carbone in contatto dell'aria; e può trasformarsi in acido carbonico, che rimane assorbito interamente dalla po-

tassa, quando la si riscalda mista all'ossido di rame. La materia più pesante poi contiene del piombo, del rame, del ferro, della calce allo stato di carbonato, poche tracce di stagno, e corpi porosi di origine vulcanica. Il piombo proviene probabilmente dalla saldatura che gli antichi avevano usato per fissare i tre manichi, due sul vaso ed uno sulla parte centrale del coperchio. Questi tre manichi, in origine, essendo saldati al vaso ed al coperchio, han dovuto esserne separati per effetto di un forte calore o per un' azione meccanica.

Risulta dalle presenti ricerche: 1.° che l'acqua trovata nel vaso pompejano non poteva essere quella che gli antichi vi avevano probabilmente introdotta, tanto più che essa presenta un' alcalinità che non si verifica nelle acque comuni, e lascia con l'evaporazione un residuo maggiore di queste ultime; 2.° che la composizione dell' acqua stessa è in qualche modo comparabile a quella dell' acqua trovata son già pochi anni nel pozzo di Pompei, particolarmente per la potassa costatata nell' uno e nell' altra; 3.° che l' acqua introdotta dagli antichi nel vaso stesso si è evaporata lentamente in totalità o in parte, e che in seguito per effetto delle abbondanti pioggie, l' acqua elevandosi al di sopra dell' altezza del vaso, ha penetrato in esso dal basso in alto, introducendovisi fra' due bordi del coperchio e del vaso e riempiendone il vuoto totale o parziale, che l' evaporazione lenta dell' acqua vi aveva lasciato; 4.° che l' acqua trovata nel detto vaso non contiene la minima traccia di rame: questo fatto merita di essere segnalato, perocchè esso prova che si può fare uso di simili vasi metallici per conservare l' acqua potabile, purchè essi siano interiormente rivestiti da uno strato di carbonati terrosi. Che la formazione dell' azzurrite ha luogo in presenza di un eccesso di acqua; al contrario la malachite si produce fuori del contatto diretto dell' acqua, e probabilmente per trasformazione dell' azzurrite perdendo acqua; infine che le dette incrostazioni (particolarmente dell' azzurrite e della malachite) di cui si conosce l' origine, la composizione e le condizioni particolari di formazione, possono spandere qualche luce sopra quistioni geologiche importantissime.

[SULLA FECONDAZIONE ARTIFICIALE E SULLA ENTRATA DEGLI SPERMATOZOI NELLE UOVA DEL BRANCHIOSTOMA; NOTA DEL PROF. P. PANCERI.

Il sig. Alessandro Kowalevsky di Pietroburgo, alli 20 Dicembre dello scorso anno, rendeva conto a quell'Accademia Imperiale di Scienze de' suoi studii fatti nel Maggio in Napoli circa lo sviluppo del branchiostoma, i risultati importantissimi dei quali destarono non poco interesse fra i cultori della fisiologia e dell'anatomia comparata. Primamente ebbe la opportunità di osservare la deposizione delle uova esser fatta per la bocca col favore delle particolari condizioni anatomiche dell'animale, ed essere per parte dei maschi accompagnata da emissioni di sperma, indi, dopo il fortunato caso, seguendo lo sviluppo delle uova potè arrivare a descrivere le fasi per le quali dopo la forma di larva sferica cigliata si arrivi, per una serie di mutazioni e di accrescimenti, alla forma del giovane già avente la fisonomia dell'adulto, epper ò provvisto ancora di ciglia le quali scompariranno in prosieguo.

I tentativi da me fatti per ottenere lo sviluppo del branchiostoma andarono per circostanze da me indipendenti a fallire, pure posso non ostante aggiungere qualche cosa alla storia di questo interessante animale. In primo luogo dirò che alli 4 Maggio di quest'anno mal tollerando di aspettare la deposizione spontanea delle uova, la quale poi anche osservata poteva

ben darsi non fosse accompagnata dalla ejaculazione dello sperma, pensai alla fecondazione artificiale la quale ottenni con metodo semplicissimo. Avendo fatto scelta di maschi e femmine allo stato di maturità, la quale, dirò per incidente, può in vero darsi anche per individui giovani che abbiano una metà appena della normale lunghezza, dallo esterno colla punta dello scarpello spaccai i sacchi testicolari ed ovarici, e lo sperma e le uova che spontaneamente si staccavano posi in piccola capsula. Lasciati gli elementi a contatto per qualche tempo in quella scarsa quantità di acqua, posi la capsula in un acquario e attesi. Nel giorno successivo osservando quelle uova erano intatte solo che era scoppiata la grossa vescicola germinativa; fu in allora che insistendo nell' analisi di quelle potei verificare e dimostrare a diversi studiosi che trovavansi allora presso di me la presenza degli spermatozoi nel grembo del vitello. Nè vi era modo di dubitare dal momento che gli spermatozoi del branchiostoma sono provvisti nella estremità rigonfia di nucleoli in numero di sei e più ancora, i quali imprimono loro un marchio caratteristico.

Questa osservazione fu ripetuta sopra altre uova e collo stesso risultato, così che, abbenchè violento e chirurgico, io non esito a proporre anche questo modo di artificiale fecondazione per questo e per altri casi in cui potesse esser valevole, mentre d altra parte colla osservazione dello ingresso degli spermatozoi trovo di aver scritto un rigo di prefazione alla storia dello sviluppo che il Prof. Kowalevsky, più di me fortunato, ebbe occasione di far conoscere. Dopo ciò mi corre l' obbligo di dire che in qualche altra femmina successivamente esaminata osservai come le uova possano essere emesse mediante lieve pressione anche al modo ordinario, la qual cosa mi fece sperare poter per questa o per l' altra maniera arrivare a constatare i fatti annunciati dal mio egregio amico.

SOPRA ALCUNI MINERALI ITALIANI; DEL DOTT. STRUVER, ASSISTENTE ALLA CATTEDRA DI MINERALOGIA DELLA SCUOLA DEGLI INGEGNERI DI TORINO.

1. *Nefelina del Monte Somma.*

Gli studi fatti dal mineralista napoletano Prof. A. Scacchi (1) hanno di molto accresciuto il numero delle facce prima di lui osservate in questa bella specie minerale, nella quale, per quanto io mi sappia, non si descrissero posteriormente a quegli studi nuove facce. Vengo ora ad aggiungerne una da me osservata in un cristallo di questa sostanza proveniente dal monte Somma ed esistente nella raccolta mineralogica del Valentino col numero d'ordine *19544*. Esso presenta la combinazione 111, 321, $10\bar{1}$, $2\bar{1}\bar{1}$, $3\bar{1}\bar{2}$, 110, 411, fra le quali facce i due romboedri 110 e 411, che uniti formano una piramide esagona, non vennero finora segnalati nel nostro minerale. Il simbolo della faccia 411 si determina facilmente dalle due zone [111, $2\bar{1}\bar{1}$] e [321, 231] cui essa è comune.

Dietro i valori dati dallo Scacchi per gli angoli della forma primitiva della *nefelina* l'angolo fra 111 e 110 o 411 si calcola a 39°52'

Oltre alla figura del cristallo sopra descritto (*Tav. II fig.* 1) ho dato nella figura 2 la proiezione sferica di tutte le facce

(1) A. Scacchi, *Memorie geologiche sulla Campania.* Napoli 1851.

ora note nella *nefelina*, cui servirà di corredo il seguente quadro contenente i simboli cristallografici delle facce secondo le notazioni di Miller, Naumann, Weiss e Lévy. La prima colonna verticale dà i simboli del Miller che si convengono alle facce scegliendo quale forma primitiva il romboedro da lui notato con 100, il quale corrisponde a 2 P 2 del Naumann, mentre i simboli delle altre quattro colonne si riferiscono alla forma primitiva adottata dal Naumann.

Dana (1) cita erroneamente 4P 2 invece di 2P2; l'angolo fra 0P e 4P2 da lui dato e quello fra 0P e 2P2.

Simboli di MILLER		Simboli di NAUMANN	Simboli di WEISS	Simboli di LÉVY
Forma primitiva del MILLER	Forma primitiva del NAUMANN			
111	111	0 P	∞ a : ∞ a : ∞ a : c	p
753	311, 771	$\frac{2}{5}$ P	a : a : ∞ a : $\frac{2}{5}$ c	$b^{\frac{5}{2}}$
321	411, 110	$\frac{1}{2}$ P	a : a : ∞ a : $\frac{1}{2}$ c	b^2
531	711, $55\bar{1}$	$\frac{2}{3}$ P	a : a : ∞ a : $\frac{2}{3}$ c	$b^{\frac{3}{2}}$
210	100, $22\bar{1}$	P	a : a : ∞ a : c	b'
$31\bar{1}$	$5\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{1}$	2 P	a : a : ∞ a : $2c$	$b^{\frac{1}{2}}$
$51\bar{3}$	$3\bar{1}\bar{1}$, $55\bar{7}$	4 P	a : a : ∞ a : $4c$	$b^{\frac{1}{4}}$
$71\bar{5}$	$13\bar{5}\bar{5}$, $77\bar{1}\bar{1}$	6 P	a : a : ∞ a : $6c$	$b^{\frac{1}{6}}$
110, 411	$52\bar{1}$	P 2	$2a$: a : $2a$: c	a^2
100, $22\bar{1}$	$41\bar{2}$	2 P 2	a : $\frac{1}{2}$ a : a : c	a'
$10\bar{1}$	$2\bar{1}\bar{1}$	∞ P	∞ a : a : a ∞ : c	m
$2\bar{1}\bar{1}$	$10\bar{1}$	∞ P 2	a : $\frac{1}{2}$ a : a : ∞ c	h'
$3\bar{1}\bar{2}$	$5\bar{1}\bar{4}$	∞ P $\frac{3}{2}$	a : $\frac{1}{3}$ a : $\frac{1}{2}$ a : ∞ c	h^2

(1) I. D. Dana, *a system of mineralogy*. New York and London 4. ., vol. II, p. 232 ..

2. *Apatite di Val d'Ala.*

Ricchissimi di facce sono i cristalli di *apatite* provenienti dalle varie località della Valle d'Ala (Lanzo) nelle quali s'incontrano altresì i magnifici cristalli, ben noti a tutti i mineralisti, di granato, diopside, ripidolite, idocrasia, epidoto ec., minerali che in generale trovansi in un banco di granato compatto rosso-bruno intercalato nel cloritecisto (1). Esaminando gli esemplari di *apatite* di quelle località esistenti nel museo mineralogico del Valentino ed in quello di Storia naturale dell'Università di Torino (questi con isquisita gentilezza posti a mia disposizione dal Comm. A. Sismonda), trovai in gran numero di combinazioni le facce di una piramide dodecagona, per quanto mi consti, non ancora stata osservata. Essa componesi dei due scalenoedri $43\bar{1}$ e 510. Come ordinariamente (2) succede per le altre già note piramidi dodecagone dell'*apatite*, anche questa non entra in combinazione che colla sola metà delle sue facce formando per emiedria a facce parallele una piramide esagona di terzo ordine (Naumann). Il simbolo della nuova faccia deriva dalle zone in cui si trova. Da due delle zone [$22\bar{1}$, 210], [110, $10\bar{1}$], [111, $21\bar{3}$] che possono facilmente verificarsi sui cristalli, si ha per simbolo di detta faccia $43\bar{1}$. Adottando per la forma primitiva i valori angolari dati dal Miller l'angolo $43\bar{1}$, 111 si calcola a 48°12'. La figura 3 rappresenta la più ricca delle combinazioni da me esaminate, registrata sotto il numero *2156* nel catalogo della raccolta mineralogica del Museo di Sto-

(1) Riguardo alla paragenesi dei minerali della valle di Ala, vedi V. v. Zepharovich, *Krystallographysche Studien über den Idokras* Wien, 1864, 44.

(2) Per le rarissime eccezioni di questa regola vedi F. Hessenberg *Mineralogische Notizen*, *Abhandlungen der Senckenbergischen naturf. Gesellschaft*. Francoforte sul Meno. 1858, vol. II, p. 255 e 1862, vol. IV, p. 15. G. vom. Rath, *Poggendorff's Annalen*, CVIII, 1859, p. 353. Ambidue questi mineralisti descrivono cristalli di apatite di pfitsch nel Tirolo, in cui la forma $40\bar{1}$, $52\bar{2}$ è oloedrica; ma in questo caso si verifica una specie di emimorfismo, giacchè solo ad un vertice dell'asse di simmetria trovansi le 12 facce della piramide oloedrica, mentrechè all'altro mancano affatto.

ria naturale di Torino; essa presenta 128 facce che si esprimono per i simboli 111; $10\bar{1}$; $2\bar{1}\bar{1}$; $3\bar{1}\bar{2}$; 321; 210; $31\bar{1}$; 100, $22\bar{1}$; 110, 411; $40\bar{1}$, $32\bar{2}$; $50\bar{2}$, $43\bar{2}$; $61\bar{1}$, $53\bar{2}$; $43\bar{1}$, 510; gli otto scalenoedri però, non che il prisma dodecagono $3\bar{1}\bar{2}$, sono emiedrici a facce parallele, e le loro facce trovansi tutte dalla stessa parte di quelle della piramide primitiva.

Il quadro seguente, pel quale valgono le stesse osservazioni che abbiamo fatte precedere al quadro contenente le facce osservate nella nefelina, dà i simboli di tutte le facce finora indicate nell'*apatite*; ad eccezione di $52\bar{1}$, $5\bar{1}\bar{4}$, $11\bar{1}$ e $5\bar{1}\bar{1}$, le ho osservate tutte sui cristalli della Valle di Ala. La proiezione sferica di tutte le facce è rappresentata nella figura quarta.

Simboli di MILLER		Simboli di NAUMANN	Simboli di WEISS	Simboli di LÉVY
Forma primitiva del MILLER	Forma primitiva del NAUMANN			
111	111	0 P	$\infty a : \infty a : \infty a : c$	p
$10\bar{1}$	$2\bar{1}\bar{1}$	∞P	$\infty a : a : a : \infty c$	m
$2\bar{1}\bar{1}$	$10\bar{1}$	∞P2	$a : \frac{1}{2} a : a : \infty c$	h'
$3\bar{1}\bar{2}$	$5\bar{1}\bar{4}$	∞P $\frac{3}{2}$	$a : \frac{1}{3} a \cdot \frac{1}{2} a : \infty c$	h^2
$5\bar{1}\bar{4}$	$3\bar{1}\bar{2}$	∞P $\frac{5}{4}$	$a : \frac{1}{5} a : \frac{1}{4} a : \infty c$	h^4
100, $22\bar{1}$	$41\bar{2}$	2 P2	$a : \frac{1}{2} a : a : c$	a'
110, 411	$52\bar{1}$	P2	$2 a : a : 2 a : c$	a^2
$11\bar{1}$, $5\bar{1}\bar{1}$	$71\bar{5}$	4 P2	$a : \frac{1}{2} a : a : 2 c$	$a^{\frac{1}{2}}$
321	110, 411	$\frac{1}{2}$ P	$\infty a : a : a : \frac{1}{2} c$	b^2
210	100, $22\bar{1}$	P	$\infty a : a : a : c$	b'
$52\bar{1}$	$8\bar{1}\bar{1}$, $55\bar{4}$	$\frac{5}{2}$ P	$\infty a : a : a : \frac{5}{2} c$	$b^{\frac{2}{3}}$
$31\bar{1}$	$11\bar{1}$, $5\bar{1}\bar{1}$	2 P	$\infty a : a : a : 2 c$	$b^{\frac{1}{2}}$
$41\bar{2}$	$7\bar{2}\bar{2}$, $44\bar{5}$	3 P	$\infty a : a : a : 3 c$	$b^{\frac{1}{3}}$
$32\bar{2}$, $40\bar{1}$	$20\bar{1}$, $52\bar{4}$	3 P $\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2} a : \frac{1}{3} a : a : c$	$b'b^{\frac{1}{2}}h' = a_2$
$42\bar{3}$, $50\bar{2}$	$21\bar{2}$, $8\bar{1}\bar{4}$	4 P $\frac{4}{3}$	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{4} a : a : c$	$b'b^{\frac{1}{3}}h' = a_3$
$53\bar{2}$, $61\bar{1}$	$30\bar{1}$, $74\bar{5}$	2 P $\frac{4}{3}$	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{4} a : a : \frac{1}{2} c$	$b'b^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$
$43\bar{1}$, 510	$71\bar{2}$, $21\bar{1}$	$\frac{5}{2}$ P $\frac{3}{2}$	$\frac{1}{4} a : \frac{1}{3} a : a : \frac{1}{2} c$	$b'b^{\frac{1}{2}}h^{\frac{1}{3}} = a^{\frac{1}{2}}$

I cristalli di *apatite* di val d'Ala presentano un eccellente esempio del fenomeno detto dallo Scacchi poliedria, soprattutto sulla faccia 111, la quale talvolta è tutta coperta di sporgenti piramidi esagone con o senza base.

L'*apatite* di Ala è sovente associata ad un granato, il quale mostra due periodi di formazione. V'ha cioè un rombododecaedro a tinta scura ed a facce appannate, ricoperto di uno strato più o meno grosso di granato a facce splendenti ed a tinta più chiara, il quale a sua volta mostra l'associazione del rombo-

dodecaedro, dell' icositetraedro 211 e dell' esacisottaedro 321. Che fra questi due periodi di formazione sia corso un certo intervallo, vien provato da un magnifico cristallo di *apatite* del Museo dell' Università di Torino (n. *2137*) della combinazione: 111, $10\bar{1}$, $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$, 110, 411, 321, 210, $31\bar{1}$, $40\bar{1}$, $32\bar{2}$, 510, $43\bar{1}$. Nell' interno dell' accennato cristallo di *apatite* si vede un rombododecaedro del granato a tinta scura ed a facce appannate, e quindi attorno al cristallo di *apatite* altri rombododecaedri di granato a tinta scura ed a facce appannate, ma questi ricoperti della solita crosta più chiara e più lucente.

3. *Granato di Cantoira, Valle-grande di Lanzo.*

La valle di Ala, i cui minerali, sia per la loro giacitura, sia per la loro paragenesi, sono tanto simili a quelli di parecchie località della Svizzera e del Tirolo, non è l' unico luogo delle Alpi piemontesi in cui s' incontrino splendidi cristalli di granato, di idocrasia, ec. ec.

Già nell' anno 1863 il Prof. B. Gastaldi aveva scoperto presso a Crissolo al piede del Monviso (Pian del Re) granati rossi e ripidolite identici per forma e bellezza a quelli della suaccennata Valle. Avendo quindi nel 1866 intrapreso il rilevamento geologico delle valli di Lanzo, egli ebbe occasione di osservare che i cloritescisti, i serpentini, le anfiboliti, le dioriti ec., le quali in val d' Ala dalla Mussa si protendono verso la Corbassera, e racchiudono i granati ec., vanno altresì a tagliare la Valle-grande. Egli perciò, nella persuasione che lo strato granatifero dovesse seguire la zona predetta là ove essa taglia la Valle-grande, non risparmiò fatiche nè spese onde eccitare quei montanari a fare le occorrenti ricerche per iscoprirlo; e queste nella scorsa state (1867) furono coronate da pieno successo.

Nel territorio di Cantoira si trovò lo strato granatifero, ed è veramente singolare che il primo colpo di mina abbia messo a nudo quasi tutti i minerali, i quali accompagnano il granato in Val d' Ala, il diopside cioè, la ripidolite, l' idocrasia, l' apatite e lo sfeno. Il granato soprattutto presenta interessanti e belle combinazioni, fra le quali noterò specialmente le seguenti:

110, 211, 332 (*Tav. II fig.* 5),
110, 211, 321, 332 (*fig.* 6),
e 110, 211, 321, 332, 100, 210 (*fig.* 7).

Il triacisottaedro 332 trovasi indicato nel trattato di Phillips (1) fra le facce osservate nel granato. Hessenberg (2) descrisse (1858) la combinazione 211, 332, 110, 321 provenjente da Pfitsch nel Tirolo. Descloizeaux (3) cita la faccia 332 nell' Almandino, senza dare però alcuna combinazione in cui entrasse. Kenngott (4) indica 332 nel granato del Mittagshorn nella valle di Saas, nonchè in quello della Rymphischwaeng presso Zermatt nel Valese. Nella raccolta del Valentino esistono parecchi esemplari di granato provenienti dalla valle di Ala, che presentano il triacisottaedro 332 ed il tetracisesaedro 210; ma queste facce, come quelle di 332 nella combinazione di Pfitsch descritta da Hessenberg, sono sempre splendentissime come 110, 211, 321, nei cristalli di Cantoira invece le facce 332, 210, non che quelle del cubo, sono appannate e ruvide.

4. *Axinite di Baveno.*

Alla lista altra volta da me pubblicata dei minerali di Baveno sono ora in grado di aggiugnere l'*axinite* minerale non ancora segnalato in Italia. La trovai nelle druse del granito di Baveno assieme all'epidoto ed alla fluorite. Sono cristallini aggruppati in forma di rosetta e coperti di laumonite. Il saggio chimico a cui la sottoposi, le osservazioni cristallografiche da me fatte non lasciano alcun dubbio sulla natura della sostanza: I cristalli presentano la combinazione (*fig.* 8) 110, 010, 011, 120, 121, 111 (5) (*uprlsx* Phillips). Gli angoli misurati con-

(1) Phillips, *Elementary introduction to mineralogy*, 2. ed. by Brooke and Miller. London 1852, p. 330.

(2) Fr. Hessenberg, *Mineralogische Notizen*, II, 1858, p. 9.

(3) A. Descloizeaux, *Manuel de Minéralogie*, Paris 1862, I. p. 269.

(4) A. Kenngott, *die Minerale der Schweitz*. Leipzig, 1866, p. 130, 132.

(5) Descloizeaux: *t*, *m*, *p*, *h'*, *f'*, *t'*;
Naumann: ∞,'P. ∞P̆ ∞.'P̆, ∞.∞,'P̆2. 2'P̆2.'P;
Weiss: *a*:*b'*:∞*c*, *a*:*b*:∞*c*, *a*:*b*:*c*, *a*:∞*b*:∞*c*, ½*a*:*c*:∞*b*, *a*:*b'*:*c* (ved. Quenstedt, *Mineralogie*, 2. ed., p. 329).

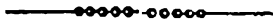
cordano bene con quelli dell' *axinite*, come risulta dal seguente quadro :

CRISTALLI di Baveno		Valori dati DAL PHILLIPS	DIFFERENZA
$s : x$ 15°43′	Medie di 3 misure	16°11′	— 28′
$s : u$ 27°55′		27°59′	— 4′
$s : r$ 36°14′		36°22′	— 8′

Stando l'imperfettezza dei cristalli non si poteva aspettare maggiore concordanza. D' altronde il carattere fisico delle facce viene a confermare i risultati ottenuti al goniometro; p, l ed u sono striate parallelamente alla loro comune intersezione, p altresì parallelamente allo spigolo p, s; r porta strie parallele alla sua intersezione con p. Come d' ordinario succede nell' *axinite*, tutte le facce sono più o meno ondulate. La durezza del minerale e fra quella del feldispato e del quarzo, la frattura concoide, il colore bruno affumicato, lo splendore vitreo. Al cannello si gonfia e fonde facilmente in un vetro verde-scuro che alla fiamma di ossidazione annerisce. Col fosfato di soda dà scheletro di silice e le reazioni del ferro, col carbonato di soda quelle del manganese; anche la presenza dell' acido borico si dimostra facilmente.

5. *Pirrotina di Monteorfano.*

Ai minerali incontratisi finora nel granito di Monteorfano posso aggiugnerne un nuovo. Oltre alla pirite che vi si trova disseminata in piccoli massi compatti o tappezzante le fessure delle masse profondamente decomposte in piccoli cristallini della forma del pentagonododecaedro π 210, o del cubo-pentagonododecaedro 100, π 210, v'ha un altro solfuro di ferro che è la *pirrotina*. Essa è caratterizzata dal suo colore bronzino, dal suo

magnetismo assai sensibile e dalle sue proprietà chimiche. Coll' acido cloridrico si decompone svolgendo dell' acido solfidrico, lasciando un residuo di solfo; nel tubetto chiuso è inalterabile, nel tubo aperto svolge dell' acido solforoso senza dare alcun sublimato. Al cannello, sul carbone, ed alla fiamma di riduzione, fonde facilmente in un globulo nero grigiastro assai magnetico; col borace dà le reazioni del ferro. Il minerale riempie in lamine compatte dei vani lasciati dagli altri prodotti di decomposizione del granito.

SULLA RESPIRAZIONE; RICERCHE DEI SIGG. HENNEBERG, VOIT E PETTENKOFER.

Memoria dell' Accademia delle Scienze di Monaco, 1866.

Da qualche tempo si sapeva fra gli scienziati, che dalla munificenza del Governo di Monaco, il laboratorio di fisiologia di quell' Università era stato provveduto dei mezzi necessari per stabilire un grande apparecchio, fornito di tutti i moderni perfezionamenti per eseguire studii sulla respirazione. Fin'ora non siamo in grado di dare ai nostri lettori che un sunto brevissimo dei risultati principali ottenuti con lunghe esperienze, eseguite prima sopra un bue poi sopra un uomo vigoroso di 28 anni.

Il risultato principale è che i fenomeni chimici della respirazione sono diversi fra il giorno e la notte. La proporzione dell' ossigeno contenuta nell' acido carbonico esalato durante il giorno, supera quella introdotta nello stesso tempo dalla respirazione; l' eccesso dell' ossigeno proviene dalla respirazione notturna, durante la quale tutto l' ossigeno introdotto non essendo consumato, l' eccesso si accumula per essere speso nel giorno successivo.

Una riserva di ossigeno è dunque necessaria all' uomo nello stato di salute, e sembra che in alcune malattie, come nel diabete, questa riserva non possa formarsi. Si sa in fatti che in questi malati anche la nutrizione e il sonno non bastano per fortificarli.

Le sostanze albuminoidi, contenute in un' alimentazione azotata, sembrano favorire questa accumulazione di ossigeno.

NOTA SOPRA ALCUNI FENOMENI DI POLARITA' SECONDARIA; DI MAURIZIO SCHIFF.

La polarità secondaria che si mostra in un nervo del quale un tratto è percorso da una corrente galvanica, polarità della quale Matteucci ha recentemente mostrato l'analogo in altri elettroliti favorevolmente disposti intorno ad un conduttore metallico che ritiene la polarizzazione, è stata studiata finora soltanto col galvanometro, o nella sua influenza sopra un altro nervo, messo in contatto col nervo polarizzato. Però sembra evidente, che quando la parte centrale di un tronco nervoso è percorsa da una forte corrente costante, un arco conduttore indifferente che riunisce due punti differenti della lunghezza del tratto periferico del nervo polarizzato, debba produrre una scarica, che irriti il nervo, e deve provocare una contrazione muscolare nella gamba di una rana galvanoscopica, a condizione che l'intensità della polarità secondaria e l'eccitabilità del nervo sciatico sia abbastanza grande per reagire alla scarica della sua propria polarità secondaria. Ma questo grado di eccitabilità pare esser molto raro, così almeno mi spiegò che i fatti che sto per riferire non si trovino ancora accennati nella letteratura elettrofisiologica, e che occorse al mio aiuto il Dottor A. Herzen di vederli per la prima volta al principio dell'anno scorso, mentre che era occupato a studiare l'influenza dell'elettrotono sull'eccitabilità. Per vedere il fenomeno nella

sua forma la più semplice, abbiamo disposto lo sperimento nel modo seguente:

Il nervo della preparazione galvanoscopica si mette sopra quattro elettrodi: due superiori, distanti 6 a 8 millimetri l'uno dall' altro e provenienti da un commutatore che sta in comunicazione con una pila a corrente costante; e due inferiori, immersi in due vasi isolati e pieni di mercurio. Se prima di chiudere il circuito della pila, un arco conduttore di rame o di zinco amalgamato alle estremità viene immerso nel mercurio di questi vasi, esso non produce la minima contrazione; ma se si chiude la pila, e se dopo la contrazione che ne risulta, si ripete l'immersione dell' arco, si ottiene ad ogni immersione una fortissima contrazione, e spesso un' altra nel ritirare l' arco. Si apre la pila, e l' immersione dell' arco fatta immediatamente dopo o resta senza effetto, o mostra ancora per poco tempo una contrazione affievolita, la quale presto scompare. Chiudendo allora la pila in senso inverso, si osserva il medesimo fenomeno: l' arco dà di nuovo fortissime scosse; dopo l' apertura della pila scompare l' azione dell' arco indifferente.

Quando la corrente polarizzante è ascendente si osservava più spesso la contrazione di *apertura* dell' arco, che quando la corrente è discendente.

É inutile dire che in questi sperimenti furono prese tutte le precauzioni per impedire l'essiccazione del nervo. Fu adoprata una pila polarizzante di 2, 4, 8 e 10 piccolissimi elementi di Daniel, nei quali l' acido intorno allo zinco fu rimpiazzato da una soluzione di cloruro di sodio; 4 elementi davano già il massimo di contrazione, quando la distanza dell'arco dal polo inferiore della pila era di 6 a 9 millimetri. Per una più grande distanza la forza delle contrazioni andava decrescendo, a quanto si giudicava a vista, a meno che la distanza non fosse compensata da un aumento del numero delle pile.

Alcune ranocchie mostravano l' azione dell' arco indifferente soltanto quando la corrente polarizzante era ascendente, e non per la discendente; ma questa differenza non si osservava che in un piccolo numero di preparazioni; generalmente erano attive le due direzioni, e non furono fatte misurazioni per determinare se una agisca con più energia dell' altra.

I fatti qui sopra descritti furono osservati verso la metà del mese di Febbraio nel 1867. Alla fine del mese poche rane offrivano ancora il fenomeno, il quale in Marzo scomparve intieramente, e non fu ritrovato che nel mese di Ottobre (nel Settembre non si fecero sperimenti); verso la metà di Novembre scomparve di nuovo.

Perchè il fenomeno descritto possa essere riguardato come l'effetto di una scarica, che il nervo polarizzato dà a se stesso mediante la chiusura di un arco indifferente, restava ad allontanare il sospetto che la contrazione osservata provenga da una debolissima corrente elettrica nell' arco metallico, riguardato come *indifferente*.

È vero che la chiusura dell' arco per il nervo non polarizzato non ha mai dato una traccia di scossa; ma questo prova soltanto che la debolissima corrente che probabilmente esiste nell' arco, non basta per irritare il nervo anche il più eccitabile, se non è polarizzato. Sappiamo però che nello stato polarizzato la parte periferica del nervo spesso diviene sensibile ad eccitazioni che prima della chiusura della corrente polarizzante si mostravano assolutamente indifferenti. Benchè quest'aumento di eccitabilità si mostra spesso solamente per la direzione discendente della corrente polarizzante, abbiamo però osservato un aumento prodotto pure dalla corrente ascendente; è raro il caso che quest' aumento si mostri in un nervo nel medesimo tempo per le due direzioni della corrente polarizzante, ed è più raro ancora che lo produchino le due direzioni di una corrente *a forte tensione* come fu adoperata negli sperimenti suddetti; ma tutte queste considerazioni non bastano per allontanare il sospetto che nelle osservazioni mentovate un aumento dell' eccitabilità per la polarizzazione non sia stato la causa del fenomeno o non abbia almeno contribuito alla sua produzione.

Questo sospetto è appoggiato sopra la probabilità che l'arco metallico che riguardiamo come *indifferente* fosse invece stato una pila debolissima, sia termoelettrica nel punto di contatto del rame o dello zinco amalgamato col mercurio, sia pel semplice contatto di metalli eterogenei.

Difatti un galvanometro molto sensibile mi ha dato l' indicazione di una corrente nel momento della chiusura del supposto arco indifferente.

Esaminando con un galvanometro a filo grosso e breve, ho potuto riconoscere che la chiusura (senza nervo e intieramente metallica) dava *qualche volta* luogo ad una debolissima corrente termoelettrica; evitando però di toccare l'arco colla mano, ho potuto evitare anche questa corrente: ho circondato di lana la parte mediana del filo metallico che doveva riunire i vasetti di mercurio, non mi sono troppo avvicinato di questi vasetti, e così ho fatto scomparire la corrente termoelettrica, la quale d'altronde non si era mostrata in un modo costante.

Esaminando con un altro galvanometro a filo molto lungo e sottile, ho ottenuto coll'immersione dell'arco nel mercurio una deviazione che col primo filo di rame era abbastanza considerevole, minore con un altro filo del medesimo metallo, e ancora minore col filo di zinco amalgamato, ma non mi fu mai possibile evitarla completamente. Poteva ridurla ad un minimo con fili di platino premurosamente preparati; ma abbandonati a se stessi per un giorno all'incirca, questi ultimi ripresero una più grande eterogeneità.

Era dunque vana la speranza di abolire queste correnti, senza rinunziare al contatto metallico e non mi restava che ad esaminare l'influenza che potessero avere sul fenomeno riferito.

Feci in conseguenza due serie di sperimenti:

1.ª Introdussi una forte resistenza di acqua con spirito di vino nei fili che conducevano al galvanometro, e feci la chiusura dell'arco metallico col primo filo di rame; aumentai la resistenza finchè una ripetuta immersione del filo di rame nei vasetti di mercurio non desse più luogo ad alcuna deviazione. Ciononostante mettendo sui medesimi fili colla medesima resistenza il nervo polarizzato invece del galvanometro, si mostrava come prima la contrazione per la chiusura dell'arco. Non si evitava neppure questa contrazione se fosse ancora un poco *aumentata* la resistenza, o se invece del filo di rame, fra i due vasi di mercurio fu messo per chiudere il circuito il filo di zinco colle estremità amalgamate, che dava una corrente minore. Dopo le prime scosse ottenute in questo modo fu ancora aumentata la resistenza, finchè la chiusura non desse più luogo ad una contrazione nel nervo polarizzato. La resistenza neces-

saria per fare scomparire la contrazione del muscolo (col filo di rame) era da 3 fino a 6 $^1/_2$ volte più grande della resistenza necessaria per fare scomparire l'effetto galvanometrico della corrente che esisteva nell'arco riguardato come indifferente. Questa differenza nella resistenza necessaria è la miglior prova che la contrazione non era l'effetto di una corrente nell'arco metallico ma di una corrente fra differenti punti del nervo polarizzato stesso.

2.ª Una pila composta di 12 a 20 piccoli elementi composti come ho detto sopra fu messa in comunicazione col galvanometro a specchio mediante un filo interrotto da una resistenza di alcool allungato con acqua, la quale fu aumentata fino alla lunghezza di quasi 5 metri e fu aggiunta una resistenza di filo di ferro per ottenere alfine una deviazione dello specchio galvanometrico quasi eguale a quella che dava la chiusura intieramente metallica dell'arco detto indifferente. Il nervo non polarizzato introdotto in questa pila, invece del galvanometro, non dava traccia di una scossa ma anche il nervo polarizzato, sottomesso alla medesima corrente non dava un segno di eccitazione; questo sperimento prova nuovamente che la contrazione non era dovuta alla corrente nell'arco metallico; ed è questa una prova a fortiori, perchè nello sperimento colla pila affievolita la tensione della corrente doveva essere molto maggiore di quella che poteva esistere nell'arco metallico.

I fenomeni qui descritti sono di una certa importanza quando si tratta di esaminare colla corrente galvanica le modificazioni dell'eccitabilità prodotta per la polarizzazione del nervo. Se una preparazione galvanoscopica molto eccitabile è percorsa da una forte corrente polarizzante, l'applicazione dei reofori di una pila irritante può dare luogo a forti contrazioni, che mancano quando la pila polarizzante è aperta. Sarebbe un errore di ascrivere queste contrazioni ad una modificazione dell'eccitabilità, perchè possono venire dalla scossa di polarizzazione propria del nervo. Le forti contrazioni ottenute al principio di alcuni sperimenti di questa specie, pubblicati l'anno scorso furono probabilmente cagionate dal fenomeno indicato (1).

(1) M. Schiff e A. Herzen. *Giornale di Moleschott*, Novembre 1867

In tutti i casi nei quali colla corrente elettrica si vogliono ripetere gli sperimenti di Valentin, Ekhardt e Pflüger sull'eccitabilità del nervo polarizzato, si deve prima esaminare se il nervo è atto a dare la scossa di polarizzazione, e in questo caso si devono introdurre resistenze tali nel circuito irritante, che questa scossa sia vinta e distrutta.

Per questo scopo abbiamo qualche volta dovuto adoprare una pila irritante di 40 piccoli elementi affievolita per la resistenza fino al grado di dare il *minimo* di contrazione. É evidente che quando colla resistenza si vuole adoprare il reostata per non far passare sul nervo che una ramificazione della corrente, il reostata deve essere messo tra la pila e la resistenza non tra la resistenza e il nervo.

Colle precauzioni indicate abbiamo ripetute le nostre esperienze sulle modificazioni dell'eccitabilità del nervo polarizzato, e abbiamo potuto nuovamente confermare, che le così dette leggi di Ekhardt, di Pflüger e di Munk riguardo l'effetto della corrente costante sull'eccitabilità della parte periferica del nervo non hanno un valore assoluto, e che mostrano spesso delle eccezioni, anzi il contrario, sopratutto quando si ha da fare con ranocchie molto eccitabili.

Colgo quest'occasione per aggiungere che ho ripetuto e confermato gli sperimenti descritti da Matteucci sull'elettrotono nei fili metallici circondati da uno strato poroso imbevuto da un liquido elettrolitico; abbiamo anche confermato che quest'elettrotono manca o diviene minimo nello zinco amalgamato circondato di solfato di zinco. Matteucci ha esaminato la presenza di quest'elettrotono solamente col galvanometro. Io ho confermato lo stesso fenomeno mediante la ranocchia galvanoscopica. Mettendo un tratto della parte inferiore del nervo sciatico sopra lo strato poroso che contiene l'elettrolite, nel senso della lunghezza del filo, si ottiene una contrazione ogni volta che l'altra estremità del filo circondato è percorsa da una corrente. Lo stesso ha luogo se invece di tutto un tratto del nervo, questo formando un arco tocca con due punti soli la lana imbevuta dall'elettrolite. In ambo i casi si può mostrare, che la corrente nel nervo è tale, quale sarebbe in un arco metallico che riunisse due punti del filo circondato; *la direzione nel*

nervo è opposta a quella nell' elettrolite stesso: se la corrente polarizzante è diretta verso il nervo questo produce delle contrazioni come se fosse percorso da una corrente ascendente. L' apertura di questa corrente chiusa per qualche tempo, produce il tetano di apertura; se invece il polo positivo della pila è più vicino al nervo, il nervo reagisce come se fosse percorso da una corrente discendente.

Ho anche voluto esaminare l' influenza della corrente di polarità secondaria, scoperta da Matteucci, sopra *l' eccitabilità della parte periferica del nervo* non immediatamente percorsa da questa corrente; ma per parecchi mesi non ho potuto raggiungere questo scopo, perchè le rane galvanoscopiche esaminate secondo il metodo di Ekhardt e di Pflüger non mostravano nessuna costanza, nessuna regola nella modificazione dell' eccitabilità per la corrente costante. Alfine nel Gennaio abbiamo ricevuto una quantità di ranocchie le quali mostravano esattamente e regolarmente, sotto l' influenza della polarizzazione, le modificazioni dell' eccitabilità come sono descritte da Pflüger.

Con queste ranocchie ho fatto lo sperimento seguente: Si fanno colle due gambe della medesima rana due preparazioni galvanoscopiche; la prima esaminata secondo il metodo usuale si mostra fedele alle così dette leggi di Pflüger. La corrente polarizzante discendente aumenta e la corrente ascendente diminuisce l' influenza di una corrente irritante più periferica. L' estremità centrale del nervo della seconda preparazione viene nella lunghezza di 1 centimetro messa sull' elettrolite (solfato di rame allungato) che imbeve lana avvolta intorno ad un filo di rame. Per l' elettrolite che circonda l' altra estremità del medesimo filo si manda una corrente costante discendente: l' eccitabilità del nervo è *diminuita* durante la chiusura del circuito polarizzante; la corrente ascendente invece, nel filo di rame, *aumenta* l' eccitabilità della parte periferica del nervo. Questo sperimento fu ripetuto con un numero variato di pile della corrente polarizzante. La corrente irritante era sempre affievolita fino al grado da non produrre nel nervo non polarizzato che una contrazione minima, della quale si poteva agevolmente scorgere l' aumento e la diminuzione. Si capisce la contradizione *apparente* negli

effetti ottenuti dalla polarizzazione dell' una e dell' altra gamba, se si considera nel secondo caso il nervo come un arco che riunisce due punti del filo polarizzato, arco nel quale la direzione della corrente è opposta a quella nell' elettrolite.

LEZIONI SOPRA ALCUNI PUNTI DI FILOSOFIA CHIMICA TENUTE IL 6 E 20 MARZO 1863 DAVANTI LA SOCIETA' CHIMICA DI PARIGI DAL SIG. ADOLFO WURTZ PRESIDENTE DELLA SOCIETA'; LIBRERIA DI *HACHETTE* E *C.* PARIGI, 1864 (1).

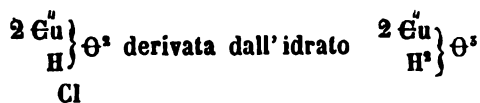
(*Traduzione di* ANTONIO ROITI *con permesso dell' Autore*).

L' *atacamite* è un ossicloruro di rame idrato la cui composizione s' esprime in equivalenti colla formola:

$$Cu\,Cl + 3\,Cu\,O + H\,O$$

che, adottando pel rame un peso atomico doppio dell' equivalente, si trasforma nell' altra:

$$\left.\begin{matrix}2\,\overset{''}{Cu}\\ H\end{matrix}\right\}\Theta^2 \text{ derivata dall' idrato } \left.\begin{matrix}2\,\overset{''}{Cu}\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^3$$

$$Cl$$

Monocloridrina biramica.

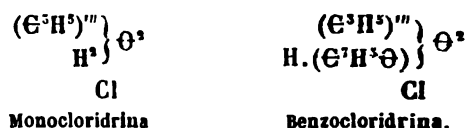
In tutte le cloridrine, che conservarono uno o più atomi d' idrogeno tipico, quest' idrogeno può essere sostituito da radicali di acidi. Il sig. Berthelot (2) descrisse, sotto il nome di benzocloridrina, un composto glicerico che si può consi-

(1) *Continuazione e fine.* Vedi pag. 278 del Vol. XXVI.

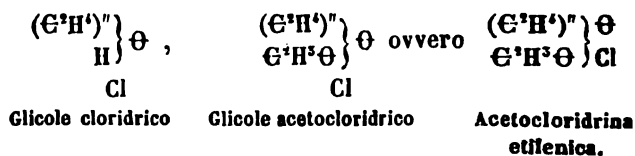
(2) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie, t. XLI, p. 301.

derare come cloridrina nella quale un atomo d' idrogeno tipico è surrogato dal radicale benzoile:

$$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2 \qquad \left.\begin{matrix}(C^3H^5)'''\\ H.(C^7H^5\Theta)\end{matrix}\right\}\Theta^2$$

Cl — Monocloridrina; Cl — Benzocloridrina.

D' altro canto il sig. Maxwell Simpson (1) ha preparato un composto etilenico analogo, cioè l' acetocloridrina del glicole, o glicole acetocloridrico: l' ottenne sottomettendo il glicole all' azione simultanea degli acidi cloridrico ed acetico. Questo corpo rappresenta del glicole cloridrico il cui idrogeno è surrogato dal radicale acetile.

$$\left.\begin{matrix}(C^2H^4)''\\ H\end{matrix}\right\}\Theta, \qquad \left.\begin{matrix}(C^2H^4)''\\ C^2H^3\Theta\end{matrix}\right\}\Theta \text{ ovvero } \left.\begin{matrix}(C^2H^4)''\\ C^2H^3\Theta\end{matrix}\right\}\begin{matrix}\Theta\\ Cl\end{matrix}$$

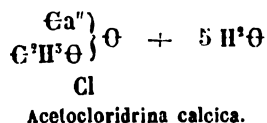
Cl — Glicole cloridrico; Cl — Glicole acetocloridrico; Acetocloridrina etilenica.

Conosciamo un certo numero di composti minerali forniti di costituzione analoga. Facendo evaporare una soluzione acquosa di quantità equivalenti di calce e di cloruro di calcio, s' ottengono dei grossi cristalli inalterabili all' aria i quali, secondo il sig. Fritzsche, contengono:

$$Ca\,Cl + C^4H^3Ca\,O^4 + 10\,HO\,,$$

e costituiscono un' acetocloridrina calcica:

$$\left.\begin{matrix}Ca''\\ C^2H^3\Theta\end{matrix}\right\}\Theta + 5\,H^2\Theta$$

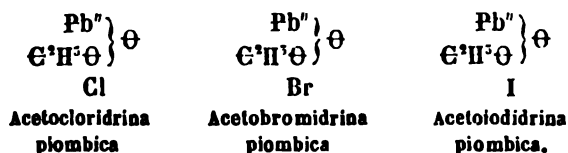
Cl

Acetocloridrina calcica.

Il sig. Carius (2) ha descritto poco fa de' composti piom-

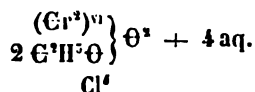
(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. IX, p. 725.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie t. XVIII, p. 207

bici analoghi al precedente, e ne ha perfettamente riconosciuta e definita la costituzione. Questi composti hanno origine dall' addizione diretta del cloruro, del bromuro o dell' ioduro di piombo ad una soluzione di acetato di piombo acidificato dall' acido acetico. La loro composizione si può esprimere per mezzo delle formole seguenti:

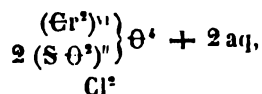
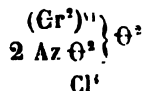
$\left.\begin{matrix} Pb'' \\ \Theta^2H^3\Theta \end{matrix}\right\} \Theta$ Cl	$\left.\begin{matrix} Pb'' \\ \Theta^2H^3\Theta \end{matrix}\right\} \Theta$ Br	$\left.\begin{matrix} Pb'' \\ \Theta^2H^3\Theta \end{matrix}\right\} \Theta$ I
Acetocloridrina piombica	Acetobromidrina piombica	Acetoiodidrina piombica.

Notiamo di volo che l' esistenza di questi composti calcici e piombici fornisce un buon argomento in favore della biatomicità del calcio e del piombo che, a questo riguardo, sono paragonabili all' etilene.

Sciogliendo nell' ammoniaca il tetracloruro basico di cromo (pag. 292 del Vol. XXVI), il sig. Ugo Schiff (1) ottenne un sale ch' ei chiama acetotetracloruro di cromo e di cui rappresenta la costituzione mediante la formola:

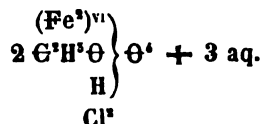
$$\left.\begin{matrix} (\Theta r^2)^{vi} \\ 2\,\Theta^2H^3\Theta \end{matrix}\right\} \Theta^2 + 4\,aq. \\ Cl^4$$

Egli descrive anche un solfobicloruro:

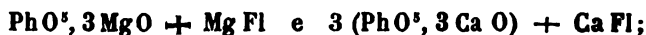
$$\left.\begin{matrix} (\Theta r^2)^{vi} \\ 2\,(S\,\Theta^2)'' \end{matrix}\right\} \Theta^4 + 2\,aq, \\ Cl^2$$

e un nitrotetracloruro:

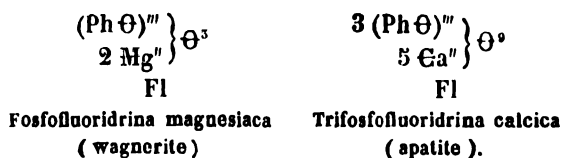
$$\left.\begin{matrix} (\Theta r^2)^{vi} \\ 2\,Az\,\Theta^2 \end{matrix}\right\} \Theta^2 \\ Cl^4$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie t. LXVI, p. 147.

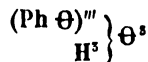
che posseggono composizione analoga. Di più egli propone giustamente di riguardare l' acetocloruro ferrico, descritto dal sig. Scheurer-Kestner (1), come un' acetocloridrina:

$$\begin{matrix}\left.\begin{matrix}(Fe^{2})^{vi}\\ 2\,C^{2}H^{3}\Theta\\ H\end{matrix}\right\}\Theta^{4} + 3\ aq.\\ Cl^{2}\end{matrix}$$

V' ha un certo numero di minerali forniti di costituzione analoga a quella delle acetocloridrine ora menzionate. Tali sono la wagnerite e l' apatite, specie minerali così ben caratterizzate. Ordinariamente si rappresenta la loro composizione colle formole :

$$PhO^{5}, 3\,MgO + Mg\,Fl \quad e \quad 3\,(PhO^{5}, 3\,Ca\,O) + Ca\,Fl;$$

e si tengono per composti doppi di fosfati e di fluoruri, o di cloruri. Adottando per l' ossigeno, il magnesio ed il calcio pesi atomici doppi degli equivalenti, le formole precedenti diventano nella notazione tipica :

$$\begin{matrix}\left.\begin{matrix}(Ph\,\Theta)'''\\ 2\,Mg''\end{matrix}\right\}\Theta^{3}\\ Fl\end{matrix} \qquad\qquad \begin{matrix}\left.\begin{matrix}3\,(Ph\,\Theta)'''\\ 5\,Ca''\end{matrix}\right\}\Theta^{9}\\ Fl\end{matrix}$$

Fosfofluoridrina magnesiaca (wagnerite) — Trifosfofluoridrina calcica (apatite).

E qui cade in acconcio un' osservazione importante. L'acido fosforico comune

$$\left.\begin{matrix}(Ph\,\Theta)'''\\ H^{3}\end{matrix}\right\}\Theta^{3}$$

esige, a saturarsi, più d' una molecola di magnesia

$$Mg''\,\Theta. \qquad (Mg = 24),$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3. serie, t. LXIII, p. 422.

poichè :

Mg'' non equivale che a H^2;

ma 2 molecole di magnesia, che contengono 2 atomi di magnesio, sono soverchie alla saturazione; infatti:

$2\ Mg''$ equivale ad H^4

e l'acido fosforico contiene soltanto H^3. Ora, la wagnerite contiene esattamente 2 atomi di magnesia : riuscirebbe quindi soprasatura se la quarta unità di combinazione del gruppo

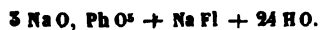
$2\ Mg''$

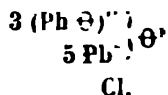
non fosse saturata dal fluoro. Lo stesso ragionamento s'applica all'apatite ed al calcio che v'è contenuto. Si vede quindi che in questi corpi, la cui composizione pare tanto strana sotto l'aspetto dualistico, il fluoro od il cloro fanno un ufficio importante e necessario. Aggiungo che la presenza d'un tale elemento monoatomico in questi composti fornisce un argomento in favore della biatomicità del magnesio e del calcio. Se il magnesio fosse monoatomico, il fluoro tornerebbe inutile giacchè :

$3\ Mg\ (Mg = 12)$

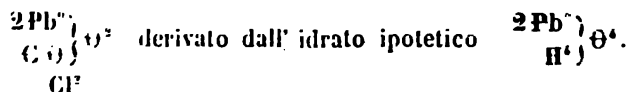
potrebbero surrogare 3 H nell'acido fosforico comune $PhH^3\Theta^4$. Ma questo metallo, come pure il calcio, essendo biatomico e per conseguenza d'atomicità pari, si rende necessaria la presenza d'un elemento monatomico a completare l'atomicità dispari del fosforile $(Ph\Theta)'''$ (1).

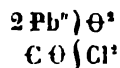
(1) Il mio amico sig. Odling mi fece presente un sale descritto dal sig. Briegleb (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XCVIII p. 95) e rappresentato dalla formola :

$3\ NaO,\ PhO^5 + NaFl + 24\ HO.$

Si può estendere questo modo di vedere ad altri composti. Esiste un clorofosfato di piombo la cui costituzione è esattamente analoga a quella dell'apatite, ed è la *piromorfite*:

$$\left.\begin{matrix} 3\,(Pb\,\Theta)''' \\ 5\,Pb'' \end{matrix}\right\}\Theta^{2} \quad Cl.$$

minerale in cui il calcio ed il fluoro possono sostituirsi ad una certa quantità di piombo e di cloro. La *mimetese* offre costituzione analoga, se non che una certa quantità d'acido fosforico v'è surrogata da acido arsenicico.

La *cerasina* o piombo corneo costituisce un clorocarbonato della forma:

$$\left.\begin{matrix} 2\,Pb'' \\ C\,\Theta \end{matrix}\right\}\Theta^{2} \quad Cl^{2} \quad \text{derivato dall' idrato ipotetico} \quad \left.\begin{matrix} 2\,Pb'' \\ H^{4} \end{matrix}\right\}\Theta^{4}.$$

Avverto del resto che questa formola può scriversi:

$$\left.\begin{matrix} 2\,Pb'' \\ C\,\Theta \end{matrix}\right) \begin{matrix} \Theta^{2} \\ Cl^{2} \end{matrix}$$

Alieno dal negare che l'esistenza di questo sale indebolisca l'argomento tratto dalla costituzione della wagnerite in favore della biatomicità del magnesio, pur tuttavia farò osservare:

1.° Che questo sale è istabilissimo, perchè l'acqua bollente lo scompone in fosfato ed in fluoruro. Si sa all'incontro che la wagnerite e l'apatite offrono grande stabilità e che, quando contengono cloro, l'acqua bollente non ne estrae mai del cloruro di magnesio o di calcio.

2.° Che è impossibile ottenere il fluofosfato di potassio corrispondente;

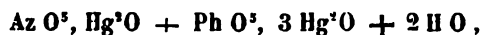
3.° Che il sale in discorso contiene acqua di cristallizzazione e che anche perciò non è paragonabile alla wagnerite.

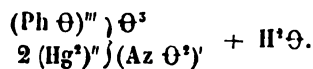
Al sig. Cannizzaro dobbiamo un altro argomento in favore della biatomicità del calcio e del bario. Eccolo: Non esiste nè quadrossalato di calcio nè quadrossalato di bario, mentre esiste un quadrossalato di potassio. Infatti un atomo d'idrogeno può venir sostituito in 2 molecole d'acido ossalico da un atomo di potassio, ma non da un atomo biatomico di calcio ($Ca' = 40$).

Siccome questo sposta 2 atomi d'idrogeno, così il prodotto della sostituzione non può essere che un biossalato o un ossalato neutro.

ed in modo analogo si possono scrivere le formole di tutte le cloridrine organiche o minerali. La notazione che preferii impiegare fin qui (1) indica con più chiarezza che non la formola precedente i rapporti di queste cloridrine cogl'idrati corrispondenti.

Gerbardt analizzò un nitrofosfato mercuroso contenente una molecola di fosfato mercuroso unita ad una molecola di nitrato fosforoso. Questo composto, rappresentato in equivalenti dalla formola:

$$Az\,O^5,\,Hg^2O + Ph\,O^5,\,3\,Hg^2O + 2\,H\,O,$$

può riguardarsi come una specie di wagnerite nella quale il magnesio è surrogato dal mercuroso ($Hg^2 = 400$) e il fluoro dal vapor nitroso .

$$\left.\begin{matrix}(Ph\,\Theta)''' \\ 2\,(Hg^2)''\end{matrix}\right\}\begin{matrix}\Theta^3 \\ (Az\,\Theta^2)'\end{matrix} + H^2\Theta.$$

§. 5.

Azoturi minerali ed organici.

Ci resta finalmente a rintracciare le analogie che possono esistere fra gli azoturi della chimica minerale e quelli della chimica organica. Dopo che la scoperta delle ammoniache composte ebbe mostrate le relazioni evidenti che hanno luogo fra le basi organiche e l'ammoniaca, dopo che ebbe, per così dire, creato il tipo ammoniaca, i chimici cercarono di rannodare a questo tipo anche gli azoturi metallici. Su questo particolare rammenteremo le ingegnose vedute esternate dal sig. Weltzien (2) e dal sig. H. Schiff (3).

(1) Il sig. Weltzien propose questa notazione contemporaneamente a me.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XCVII, p. 19.

(3) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIII, p. 1.

I composti, nei quali i metalli si sono sostituiti a parte o alla totalità dell' idrogeno dell' ammoniaca, ebbero nome di *amine metalliche* (1). Siccome i metalli differiscono fra loro per l' equivalenza o, in altre parole, siccome i loro atomi posseggono valore di sostituzione differente, così è manifesto che non possono sostituirsi tutti nella stessa guisa all' idrogeno dell' ammoniaca. I metalli monoatomici potassio, sodio, argento possono sostituirsi ad un atomo di idrogeno dell' ammoniaca e così dare origine alle monamine.

Pertanto i composti conosciuti sotto il nome d' amiduri di potassio e di sodio vanno paragonati all' etilamina; l' azoturo di potassio e forse l' argento fulminante sono paragonabili alla trietilamina:

$$\left.\begin{matrix}K\\H\\H\end{matrix}\right\}Az \qquad \left.\begin{matrix}Na\\H\\H\end{matrix}\right\}Az \qquad \left.\begin{matrix}\mathrm{C}^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}Az$$

Amiduro di potassio — Amiduro di sodio — Etilamina.

$$\left.\begin{matrix}K\\K\\K\end{matrix}\right\}Az \qquad \left.\begin{matrix}Ag\\Ag\\Ag\end{matrix}\right\}Az\ (?) \qquad \left.\begin{matrix}\mathrm{C}^2H^5\\\mathrm{C}^2H^5\\\mathrm{C}^2H^5\end{matrix}\right\}Az$$

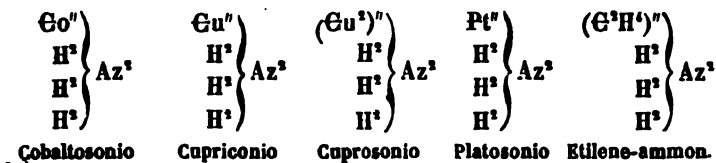
Azoturo di potassio — Argento fulminante — Trietilamina.

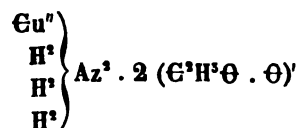
I metalli biatomici rame, cobalto, mercurio ec. possono sostituirsi a 2 atomi d' idrogeno. Noi li paragonammo all' etilene, ed esistono parecchie amine metalliche le quali possiamo paragonare alle basi etileniche studiate così bene dal sig. Hofmann.

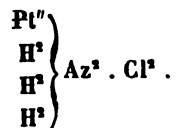
Si conoscono combinazioni ammoniacali del cobalto, del rame, del mercurio, del platino nelle quali questi metalli, appunto come l' etilene, sono sostituiti a 2 atomi d' idrogeno in 2 molecole d' ammonio:

(1) O *ammoni metallici*, se si considera la sostituzione come effettuata nell' ammonio.

$$\left.\begin{matrix}\text{Ɵo}'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \qquad \left.\begin{matrix}\text{Ɵu}'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \qquad \left.\begin{matrix}(\text{Ɵu}^2)'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \qquad \left.\begin{matrix}Pt'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \qquad \left.\begin{matrix}(\text{Ɵ}^2H^4)'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2$$

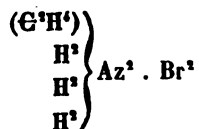
Cobaltosonio **Cupriconio** **Cuprosonio** **Platosonio** **Etilene-ammon.**

Così, per prendere alcuni esempi, l' acetato di cupriconio (acetato di rame ammoniacale), che cristallizza in prismi romboidali obbliqui, contiene :

$$\left.\begin{matrix}\text{Ɵu}'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \,.\, 2\,(\text{Ɵ}^2H^3\Theta \,.\, \Theta)'$$

Il sale verde di Magnus (protocloruro di platino ammoniacale) è il bicloruro di platosonio :

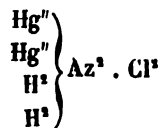
$$\left.\begin{matrix}Pt'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \,.\, Cl^2 \,.$$

Notiamo che esso si forma in seguito alla fissazione di 2 molecole d' ammoniaca sopra una molecola di protocloruro di platino :

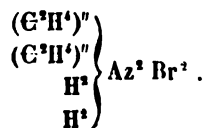
$$Pt''\,Cl^2\,,$$

come il bromuro d' etilene-ammonio :

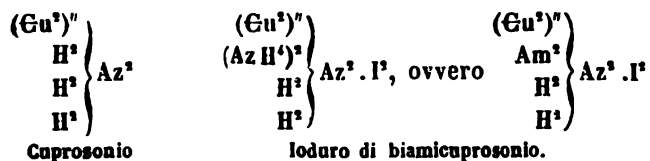
$$\left.\begin{matrix}(\text{Ɵ}^2H^4) \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2 \,.\, Br^2$$

si forma dalla fissazione di 2 molecole d' ammoniaca sopra 1 molecola di bromuro d' etilene $(\text{Ɵ}^2H^4)''\,Br^2$.

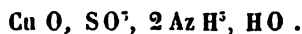
Il precipitato bianco, che si deposita trattando coll' ammoniaca una soluzione acquosa di sublimato corrosivo e che si chiama cloramiduro di mercurio, è un bicloruro di bimercurammonio:

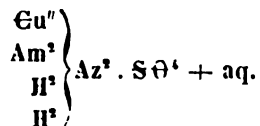
$$\left.\begin{matrix} Hg'' \\ Hg'' \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2 . Cl^2$$

analogo al dibromuro di dietilene-ammonio:

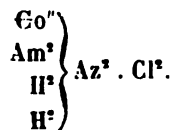
$$\left.\begin{matrix} (C^2H^4)'' \\ (C^2H^4)'' \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2 Br^2 .$$

Tutti questi ammonio-metalli vengono formati dalla fissazione degli elementi dell' ammoniaca sopra cloruri, bromuri, ec., o sopra sali metallici. Ma avviene spesso che in queste circostanze si fissi un eccesso d' ammoniaca. Così, facendo agire l' ammoniaca sull' ioduro ramoso $(Cu^2)''\, I^2$, non sono 2 molecole d' ammoniaca che vengon fissate come p. e. nel caso del protocloruro di platino, ma sono 4 molecole di ammoniaca $4\, Az\, H^3$. Si ottiene così un composto ben definito e cristallizzato in grossi prismi, al quale le analisi del sig. Rammelsberg attribuiscono la composizione $Cu^2I^2,\ 4\, Az\, H^3$. Si può riguardare questo composto, e i suoi numerosi congeneri, come contenenti un ammonio nella cui molecola certa quantità d' idrogeno è surrogata dalla quantità equivalente del radicale ammonio $Az\, H^4 = Am$. In questa ipotesi, enunciata prima dal sig. Hofmann e adottata dai signori Weltzien, Ugo Schiff e da altri chimici, l' ioduro in discorso appare come il biioduro di un biamicuprosonio, cioè del cuprosonio (pag. 264) nel quale 2 atomi d' idrogeno sono surrogati da $2\, Az\, H^4 = Am^2$:

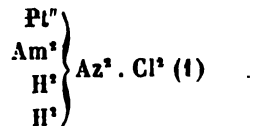
$$\left.\begin{matrix}(\mathrm{Cu}^2)''\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\mathrm{Az}^2 \qquad \left.\begin{matrix}(\mathrm{Cu}^2)''\\ (\mathrm{Az\,H}^4)^2\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\mathrm{Az}^2.\mathrm{I}^2, \text{ ovvero } \left.\begin{matrix}(\mathrm{Cu}^2)''\\ \mathrm{Am}^2\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\mathrm{Az}^2.\mathrm{I}^2$$

Cuprosonio Ioduro di biamicuprosonio.

Osservazioni analoghe s' applicano alle altre combinazioni ammoniacali del rame, cobalto, platino. Secondo le analisi di Berzelius, la composizione del solfato di rame ammoniacale è espressa in equivalenti dalla formola:

$$\mathrm{Cu\,O,\ SO^3,\ 2\,Az\,H^3,\ HO}\ .$$

Questo corpo si può ritenere un solfato di biamicupriconio:

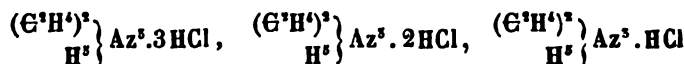
$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Cu}''\\ \mathrm{Am}^2\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\mathrm{Az}^2.\,\mathrm{SO}^4 + \mathrm{aq}.$$

Del pari, Enrico Rose analizzò una combinazione di cloruro di cobalto ammoniacale che costituisce il cloruro di biamicobaltosonio:

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Co}''\\ \mathrm{Am}^2\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\mathrm{Az}^2.\,\mathrm{Cl}^2.$$

Il sale di Reiset, che si forma facendo digerire il sale di Magnus o cloruro di platosonio con un eccesso d' ammoniaca, può considerarsi come il bicloruro di biamiplatosonio:

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Pt}''\\ \mathrm{Am}^2\\ \mathrm{H}^2\\ \mathrm{H}^2\end{matrix}\right\}\mathrm{Az}^2.\,\mathrm{Cl}^2\ (1)\ .$$

(1) Hofmann.

Questi esempi, che si potrebbero moltiplicare, bastano a persuadere che la capacità di saturazione delle basi ammoniaco-metalliche non è sempre in rapporto colla quantità d'azoto che racchiudono. Così l'ammonio del sale di Reiset contiene 4 atomi d'azoto, di cui 2 in Am^2, e si combina con 2 soli atomi di cloro.

Sappiamo, dalle classiche ricerche del sig. Hofmann, che è lo stesso delle poliamine o poliammoniache organiche. Così, le triammoniache etileniche o triamine etileniche (1) possono formare tre specie di sali, i quali sono i seguenti per la triamina dietilenica che scegliamo come esempio:

$$\left.\begin{matrix}(C^2H^4)^2\\ H^5\end{matrix}\right\}Az^3.3HCl,\quad \left.\begin{matrix}(C^2H^4)^2\\ H^5\end{matrix}\right\}Az^3.2HCl,\quad \left.\begin{matrix}(C^2H^4)^2\\ H^5\end{matrix}\right\}Az^3.HCl$$

Il secondo di questi sali è una triamina biacida, il terzo una triamina monoacida. In conformità al sistema di notazione adottato pocanzi, si potrebbe formulare il sale biacido nel modo seguente:

$$\left.\begin{matrix}(C^2H^4)^2\\ Az\,H^4\\ H^3\end{matrix}\right\}Az^2.\,Cl^2\quad \text{ovvero}\quad \left.\begin{matrix}(C^2H^4)^2\\ Am\\ H^3\end{matrix}\right\}Az^2.\,Cl^2.$$

Inversamente, nulla s'oppone a considerare le combinazioni ammoniacali ramose, cobaltose, platinose or ora discorse, come tetramine biacide, cioè incompletamente sature:

$$\left.\begin{matrix}(Cu^2)''\\ H^{10}\end{matrix}\right\}Az^4,\,H^2I^2 \qquad \left.\begin{matrix}Co''\\ H^{10}\end{matrix}\right\}Az^4,\,H^2Cl^2$$

Ioduro ramoso ammoniacale — Cloruro di cobalto ammoniacale.

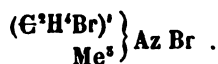
$$\left.\begin{matrix}Pt''\\ H^{10}\end{matrix}\right\}Az^4,\,H^2Cl^2$$

Sale di Reiset.

(1) Hofmann. *Comptes Rendus*, t. LII, p. 947.

Non propongo queste formole come preferibili a quelle date in precedenza; mio solo scopo è additare che conosciamo in chimica minerale e in chimica organica delle combinazioni formate dalla fissazione dell' ammoniaca sopra un cloruro, un bromuro, ec., la capacità di saturazione delle quali non è in rapporto colle fissate quantità d' ammoniaca.

Ma ecco altre analogie che incontriamo senz' uscire dal gruppo di composti che esaminiamo. Il sig. Hofmann provò che la trimetilamina $Me^3\,Az$ può fissarsi sul dibromuro di etilene $\text{Є}^2H^4Br^2$ per formare un bromuro:

$$\left.\begin{matrix}(\text{Є}^2H^4Br)' \\ Me^3\end{matrix}\right\}Az\,Br\ .$$

In questo corpo vediamo il gruppo:

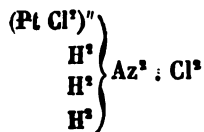
$$\text{Є}^2H^4Br = \text{Є}^2H^4Br^2 - Br$$

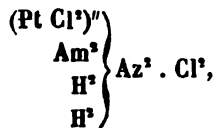
prendere il posto di 1 atomo d' idrogeno in un ammonio composto. Parimenti il gruppo:

$$(Pt\,Cl^2)'' = Pt^{IV}\,Cl^4 - Cl^2$$

può sostituirsi a 2 atomi d' idrogeno.

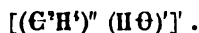
Quando si diriga una corrente di cloro sul sale verde di Magnus (cloruro di platosonio), esso si converte, fissando 2 atomi di cloro, in cloruro di cloroplatammonio (Gerhardt):

$$\left.\begin{matrix}(Pt\,Cl^2)'' \\ H^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2\,.\,Cl^2$$

Esiste pure un cloruro di biamicloroplatammonio:

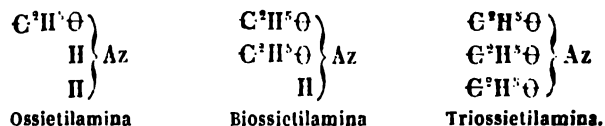
$$\left.\begin{matrix}(Pt\,Cl^2)'' \\ Am^2 \\ H^2 \\ H^2\end{matrix}\right\}Az^2\,.\,Cl^2,$$

che si forma fissando il cloro sul cloruro di biamiplatosonio o sale di Reiset (pag. 267).

Tutte le formole da noi date precedentemente, che contengono dei metalli biatomici, sono doppie di quelle adottate dal sig. Ugo Schiff nel suo notevole lavoro. Ci sembra infatti che questi metalli possano congiungere più molecole d'ammoniaca, come fa l'etilene nelle ammoniache etileniche.

All' idrogeno dell' ammoniaca possono sostituirsi dei gruppi ossigenati minerali ed organici per formare delle ammoniache o amine composte. Feci conoscere l'esistenza di basi ossietileniche le quali si possono riguardare come ammoniaca, in cui 1, 2 o 3 atomi d' idrogeno sono surrogati da 1, 2 o 3 gruppi ossietilici $C^2H^5\Theta$ Questo gruppo fa l'ufficio di radicale monoatomico e si può ritenere formato da un gruppo etilene unito al residuo $(H\Theta)'$ (1).

$$[(C^2H^4)'' (H\Theta)']'.$$

L'atomicità del gruppo etilene è abbassata d'un grado dall' addizione del gruppo monoatomico $(H\Theta)$ (2). Le formole seguenti esprimono le relazioni delle basi in discorso coll' ammoniaca :

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5\Theta \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az \qquad \left.\begin{matrix} C^2H^5\Theta \\ C^2H^5\Theta \\ H \end{matrix}\right\} Az \qquad \left.\begin{matrix} C^2H^5\Theta \\ C^2H^5\Theta \\ C^2H^5\Theta \end{matrix}\right\} Az$$

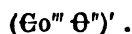
Ossietilamina   Biossietilamina   Triossietilamina.

Esistono pure basi ossicobaltiche, ossimercuriche, ossiplatiniche.

Si sa che le combinazioni ammoniacali dei sali di cobaltosonio assorbono l' ossigeno dell' aria e si convertono in basi ammoniacali corrispondenti all' ossido cobaltico. Tali basi furono studiate, in questi ultimi anni, dal sig. Fremy e dai si-

(1) Il gruppo $(C^2H^4.H\Theta)'$ rappresenta glicole $C^2H^4.2H\Theta$ meno $(H\Theta)'$.

(2) Vedi Vol. XXIII-IV, pag. 289.

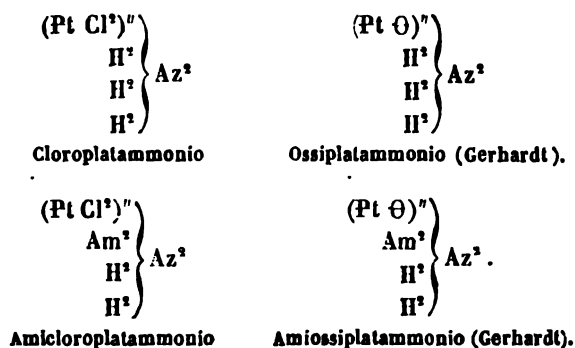
gnori Gibbs e Genth. Il sig. Ugo Schiff vi ammette con ragione l'esistenza di un gruppo $(\text{Co}\Theta)'$, ch' ei ritiene monoatomico e formato dalla combinazione dell' ossigeno biatomico col cobalto ($\text{Co} = 59$) triatomico nei sali cobaltici. Qui vediamo l'atomicità del metallo triatomico abbassarsi di 2 gradi per l' addizione dell' ossigeno che satura 2 affinità:

$$(\text{Co}''' \Theta'')' .$$

É noto che esistono sali ossigenati corrispondenti alle combinazioni del cloroplatammonio e dell' amicloroplatammonio. Essi si formano facendo bollire le combinazioni clorate con un eccesso di nitrato d' argento (Gerhardt, Kolbe). Il cloro del radicale cloroplatino è allora sostituito dall' ossigeno:

$$\left.\begin{matrix}(\text{Pt Cl}^2)'' \\ \text{H}^2 \\ \text{H}^2 \\ \text{H}^2\end{matrix}\right\} \text{Az}^2 \qquad \left.\begin{matrix}(\text{Pt}\,\Theta)'' \\ \text{H}^2 \\ \text{H}^2 \\ \text{H}^2\end{matrix}\right\} \text{Az}^2$$

Cloroplatammonio — Ossiplatammonio (Gerhardt).

$$\left.\begin{matrix}(\text{Pt Cl}^2)'' \\ \text{Am}^2 \\ \text{H}^2 \\ \text{H}^2\end{matrix}\right\} \text{Az}^2 \qquad \left.\begin{matrix}(\text{Pt}\,\Theta)'' \\ \text{Am}^2 \\ \text{H}^2 \\ \text{H}^2\end{matrix}\right\} \text{Az}^2 .$$

Amicloroplatammonio — Amiossiplatammonio (Gerhardt).

In queste basi il gruppo:

$$\text{Pt}\,\Theta$$

funziona come radicale biatomico formato dalla combinazione dell' ossigeno biatomico col platino tetratomico.

Il sig. Million scoprì, alcuni anni fa, una base notevole cui diede il nome di *ossido ammonio-mercurico*. Questo corpo si forma per l' azione dell' ammoniaca sull' ossido di mercurio. Comunemente si rappresenta la sua composizione colla formola:

$$3\,\text{Hg O},\ \text{Hg H}^2\text{Az} + 3\,\text{HO}.$$

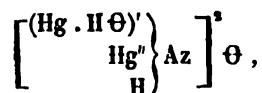
Anidro, contiene:

$$3\,Hg\,O, Hg\,Az\,H^2\,.$$

Nella nostra notazione questa formola diventa:

$$3\,Hg\,\Theta,\ Hg\,Az^2H^4\,.$$

La base medesima può ritenersi l' ossido d' un ammonio

$$\left[\left.\begin{matrix}(Hg\,.\,H\Theta)'\\ Hg''\\ H\end{matrix}\right\}Az\right]^2\Theta\,,$$

nel quale il mercurio biatomico sarebbe associato al gruppo HΘ, come negli ossietilammoni l' etilene è associata allo stesso gruppo.

CONCLUSIONE

Mi fermo perchè ho eseguito il mio compito. Mi provai di rintracciare nei composti più disparati, nelle reazioni più diverse quell' armonia fra la chimica organica e la chimica minerale che tutti hanno proclamata e che ben pochi tentarono fin qui di stabilire in modo solido. Nelle pagine precedenti ho segnalate ben molte analogie ed ho cercato di esprimerle in quella notazione tipica tanto chiara quando si tratta di rappresentare i vincoii di parentela esistenti fra i corpi. Mi appoggiai ad alcuni dei dati fondamentali di ciò che oggi si chiama *chimica nuova*. E forse a torto le si dà tal nome. Poichè questa chimica è sempre quella stessa di Lavoisier; che se dopo 90 anni la scienza da lui creata prese uno sviluppo grandioso, essa nol deve ad una rivoluzione, ma ad un continuo progresso: la catena di questo progresso non soffrì veruna interruzione.

Alla fine dello scorso secolo, i fatti concernenti la composizione degli acidi, degli ossidi e dei sali componevano, in gran parte, il dominio della chimica.

Le idee teoriche relative alla costituzione dei corpi composti in generale si fondavano sullo studio delle reazioni che danno origine ai composti ossigenati, ai sali in particolare.

Si possono riassumere così: tutte le combinazioni chimiche risultano dall'addizione di due elementi semplici o composti; tutti i corpi composti offrono costituzione binaria. Ed è ciò che si chiama dualismo.

Berzelius abbracciando questa dottrina cercò rafforzarla coll'appoggio dei fatti relativi alla decomposizione elettrolitica dei sali. L'ipotesi elettro-chimica divenne così il sostegno dell'ipotesi dualistica. Vedete bene, diceva il maestro, che i sali contengono gli elementi dell'acido sovrapposti a quelli dell'ossido e non confusi con essi; giacchè quando sottomettiamo all'elettrolisi un sale, come il solfato di soda, l'acido solforico, o l'elemento elettro-negativo, si porta al polo positivo e la soda, elemento elettro-positivo, si porta al polo negativo. Cosicchè le formole dualistiche del solfato di soda

$$SO^3 + NaO$$

e dei sali in genere parevano basate, non solo sui fatti riflettenti la sintesi di questi composti ed il loro modo di formazione più comune, ma anche sulla decomposizione che alcuni d'essi subiscono sotto l'influenza della corrente elettrica. Oggidì sappiamo che l'argomento è cattivo e può rivolgersi contro l'ipotesi che per tanto tempo regnò sulla costituzione dei sali. Sappiamo che, nell'elettrolisi del solfato di soda, come in quella del solfato di rame, non è l'ossido ma il metallo che va al polo negativo e che l'alcali libero vi si mostra soltanto in seguito ad un'azione secondaria, cioè la decomposizione dell'acqua operata dal metallo attorno all'elettrodo negativo.

Ma nel 1834 queste cose non si sapevano, eppure fin da quell'epoca venivano scoperti i fatti che doveano abbattere

l' ipotesi dualistica sulla costituzione dei corpi composti: il sig. Dumas provò che il cloro può fissarsi sui corpi organici altrimenti che per addizione, cioè per sostituzione; che il cloro, elemento elettro-negativo, può prendervi il posto dell' idrogeno elettro-positivo. Berzelius rigettò l' interpretazione più naturale di questi fatti e cercò di esprimere la composizione dei corpi organici clorati per mezzo di formole dualistiche. Così riteneva l' acido tricloracetico come una combinazione di cloruro di carbonio e d' acido ossalico.

$$C^2Cl^3 + C^2O^3 + HO$$

Acido tricloracetico.

Formole analoghe a questa, e spesso più complicate, erano attribuite ai numerosi prodotti di sostituzione dei quali s' era arricchita la scienza mercè i lavori di Laurent e quelli dei signori Regnault e Malaguti. Giammai non s' era mostrato Berzelius così fecondo d' ipotesi, e le risorse del suo ingegno possente si sono esaurite in questo ingrato lavoro: torturando i fatti per renderli accetti alla sua teoria, accelerò la rovina delle proprie idee.

La scuola francese reagì contro cotali esorbitanze. Il sig. Dumas, Laurent e più tardi Gerhardt sostennero contro l'Autore della teoria elettro-chimica una lotta ardente e vittoriosa. I corpi organici sono costituiti da gruppi d' atomi fra loro uniti in grazia dell' affinità e formanti un tutto: primo l'ha detto il sig. Dumas; Laurent e Gerhardt, adottando e sviluppando questa idea, l'han fatta base delle loro concezioni teoriche: essa è il fondamento del *sistema unitario.*

Ma, come avviene ognora, in siffatta reazione, alcuni sono andati tropp' oltre dicendo, un dieci anni fa, che i corpi semplici o composti non possono reagire vicendevolmente senza scambiare i loro atomi; riassumendo la chimica in questo motto: tutta è doppia decomposizione. Gerhardt stesso diede nell' esagerato.

Sì, tutto è doppia decomposizione in gran numero di reazioni, quando le molecole, che noi possiamo tenere per sature, entrano in vicendevole conflitto. In ciascuna d' esse.

presa isolatamente, son soddisfatte le affinità di tutti gli atomi e le forze che li uniscono sono come esauste. Ma quando si mettono in contatto, questo stato d'equilibrio può turbarsi e possono avvenire degli scambi d'atomi in virtù di quell'affinità elettiva di cui Bergmann parlava or fa un secolo.

Ma non è tutto doppia decomposizione quando si tratta di reazioni fra corpi non ancora giunti allo stato di saturazione. Un composto contenente uno o più elementi poliatomici, le cui affinità non sieno soddisfatte, può fissare nuovi elementi in grazia di quella tendenza posseduta dagli atomi di manifestare e d'esercitare in tutta la loro pienezza le forze chimiche delle quali vanno dotati. Qui la reazione non risulta da scambi, ma da addizioni d'atomi. Si sono svegliate delle nuove affinità ed hanno avuto soddisfacimento: l'edificio molecolare s'è fatto maggiore.

Tali reazioni mostrano che il potere di combinazione degli atomi non si esaurisce in un sol tratto, ma che si esercita per gradi. È questo potere di combinazione che oggi ha nome atomicità, ed è base delle teorie moderne. Poichè, se vorremo esprimere a grandi tratti le relazioni esistenti fra i corpi, diremo forse con Gerhardt che tutti devono riferirsi a tre o quattro sostanze scelte come tipi e soggette ad indefinita metamorfosi per via di sostituzioni? No; noi possiamo risalire ad un principio superiore, e diremo:

Che le quantità di materia, funzionanti nei fenomeni chimici e chiamate atomi, non sono dotate nello stesso grado della forza chimica che presiede alle combinazioni;

Che il diverso manifestarsi di questa forza, ora semplice, ora multiplo, dà luogo a forme differenti di combinazione;

Che, in un composto dato, rappresentante una qualunque di queste forme, tutti gli atomi sono congiunti da alcune o da tutte le affinità in essi residenti;

In fine, che quest'affinità non solo si esercita fra atomi eterogenei, ma anche fra atomi della stessa natura.

Nella diversità delle forme di combinazione, ritroviamo l'idea tipica: ma quest'idea non offre più che un'importanza secondaria: essa è subordinata ad un principio generale.

La teoria dei tipi, sorta da uno studio attento di nume-

rose metamorfosi, limitavasi al confronto dei corpi e li rappresentava come derivati gli uni dagli altri per sostituzione. Oggidì si va più in là e, nel ricercare in qual modo l'affinità cementi gli atomi in un composto dato, ci sforziamo di definire i rapporti che esistono fra questi atomi. Ma chi non vede che questa teoria dell' atomicità che noi tentammo esporre, non è altro se non l' espressione ringiovanita e sviluppata della legge delle proporzioni multiple? Chi non vede che la chimica contemporanea, considerando sì attentamente l' ufficio dell' affinità nelle combinazioni e più che altro nelle addizioni molecolari neglette da Gerhardt, in qualche modo fece ritorno al passato? Si può dunque dire che le idee che in oggi tendono a prevalere, stanno fra le teorie antiche e quelle svolte da Laurent e Gerhardt.

SULLA ERUZIONE DEL VESUVIO INCOMINCIATA IL 12 NOVEMBRE 1867; RICERCHE CHIMICHE DI ORAZIO SILVESTRI PROF. DI CHIMICA GENERALE NELLA R. UNIVERSITA' DI CATANIA.

Il Vesuvio dopo di avere compito la sua eruzione del Decembre 1861 celebre per i disastri arrecati alla Torre del Greco e per i fenomeni che l'accompagnarono, quantunque ritornato in un periodo di calma sembra che abbia risentito, negli anni immediatamente successivi a quel parossismo, la influenza delle forze eruttive che si sono manifestate all'Etna, a Santorino ed alle isole Azore, presentando una continuazione non interrotta di fatti importanti per la sua storia.

Il sig. Mauget visitando il Vesuvio nell' Ottobre 1863 trovò alla sommità, in un punto di maggiore attività, delle emanazioni d' acido cloridrico e solforoso che si sviluppavano ad una temperatura di 210°. Nell' Agosto 1864 essendomi portato io pure sul Vesuvio osservai che le emanazioni, specialmente di acido cloridrico si facevano sui bordi e nell' interno del cratere da numerose crepature ad una temperatura di 150-200 gradi e intorno ad esse si potevano raccogliere abbondanti sublimazioni di cloruro di ferro con cristallini di solfo. Questo stato pare che si prolungasse fino al Febbraio quando scoppiata la grande eruzione dell' Etna, il cratere superiore del Vesuvio prese un aspetto minacciante. Dal fondo della cavità imbutiforme lanciò dei blocchi di lava

scoriacea incandescente in una proporzione tale che l'ascensione alla sommità del monte divenne impossibile per molte settimane e prese così origine un piccolo cono di scorie. — Il Prof. Vom Rath prussiano, che si recò al Vesuvio il 3 Aprile 1865, oltre di avere osservato da Napoli verso sera e durante la notte alla sommità del vulcano della viva luce che compariva a intervalli di circa un minuto, facendo l'ascensione del cono potè avvertire quasi ai medesimi intervalli di tempo delle cupe detonazioni ed osservò che nella cavità del cratere, la quale poteva avere 1000 metri di circonferenza ed una profondità di 65, compariva nella sua parte più bassa un piccolo cono di eruzione il quale gli somministrò la spiegazione della luce che di frequente aveva veduto comparire alla sommità del Vesuvio osservato da Napoli. Infatti egli vide che di minuto in minuto dopo una specie di tuono sordo, ma forte, succedeva immediatamente una proiezione di scorie e di frammenti di lava vischiosa che ricadevano con qualche strepito nell'interno del grande cratere. — Qualche volta da questo cono di scorie si affacciava pure una piccola corrente di lava che andava a riversarsi al di fuori.

Qualche giorno dopo dello stesso mese di Aprile 1865 il sig. De Verneuil dell'Istituto di Francia recatosi al Vesuvio ebbe a notare i medesimi fenomeni osservati dal Prof. Vom Rath. Di più potè notare nel fondo del grande cratere tre aperture disposte sopra una medesima fenditura, due delle quali davano continuamente uscita a delle notevoli masse di vapori, la terza che era più grande lasciava una o due volte per minuto delle masse di pietre di piccola dimensione che col ricadere nella cavità del cratere avevano formato un cono di 15 a 20 metri: queste proiezioni erano accompagnate da sibili e da detonazioni violente che però solo si avvertivano sulla cima del monte. Il suddetto geologo De Verneuil disceso nella parte più bassa della grande cavità potè valutarne la profondità di 60 a 65 metri e non vi trovò che un ammasso di scorie spugnose nere e brillanti e in qualche punto tutt'ora incandescenti.

Il 1.° Giugno dello stesso anno 1865 il sig. Fouqué visitò

pure il Vesuvio: osservò anche egli un cono di 7 a 8 metri con una bocca allungata nella direzione da N. O. a S. E. e dalla quale scaturivano abbondanti fumi molto acquosi, carichi di acido cloridrico mescolato ad una piccolissima quantità di acido solforoso. Sopra tutte le lave vicine si trovava un abbondante deposito di cloruro di ferro e di cloridrato di ammoniaca: sui bordi del grande cratere il suolo presentava due o tre fenditure parallele con sviluppo di vapor di acqua a 90° e di acido carbonico.

Intanto il Vesuvio che come ho detto si era riattivato contemporaneamente all' Etna nel 1865, sembra di non essere stato indifferente alle conseguenze dei movimenti che hanno agitato l' Europa meridionale nei primi mesi del 1866. Il 10 o 11 Marzo cioè quasi in coincidenza con la comparsa dell' isola Reka nella baja di Santorino e con i terremoti di Patras e di Dronteim, il piccolo cono di scorie del cratere superiore del Vesuvio riprese, a testimonianza del sig. Pignant che lo visitò il 12 Marzo di detto anno, la sua attività con una eruzione interna di lave, calma, ma capace di cambiare l' aspetto del cratere. Infatti un mese dopo, il 14 Aprile 1866, il sig. De Verneuil ritornato sul cono superiore trovò che mentre la fase di attività del 10 Marzo si era calmata, la profondità del cratere era diminuita di 15-20 metri. A questa calma si alternarono in seguito altri periodi di attività con fasi diverse tanto che nel Giugno 1867 il sig. Mauget trovò il grande cratere, quasi completamente riempito dalle lave uscite a diverse epoche dal cratere avventizio che ne occupava il centro: questo cratere era molto cresciuto in altezza da sorpassare circa di 12 metri i bordi del grande cratere, presentava una cavità profonda non più di 5 metri e la sua parte superficiale come le sue adiacenze erano tutte rivestite di cloruri e specialmente di cloruro di ferro.

Verso la fine del mese di Ottobre dello stesso decorso anno 1867 dietro le osservazioni del Prof. Palmieri direttore dell'osservatorio Meteorologico vesuviano, le antiche bocche presentarono un aumento notevole di temperatura e di tanto in tanto uscivano da esse delle notevoli quantità di vapore. Nei

primi giorni di Novembre gli sviluppi divennero continui e maggiormente abbondanti: il suolo cominciò a manifestarsi agitato da piccole scosse segnalate dal sismografo e dall' apparecchio di variazione di Lamont che trovansi situati nell'osservatorio suddetto; e finalmente col mettersi il suolo in movimento continuo il 12 Novembre alle 6 $^1/_2$ di sera le enormi masse di lave compatte che riempivano il cratere rimasero quà e là squarciate, e questo incominciò a presentare dei fenomeni straordinari con detonazioni fortissime e proiezioni di materie accompagnate da viva luce.

Il signor Diego Franco assistente all'osservatorio meteorologico Vesuviano per rendersi conto di ciò che avveniva di interesante nel grande cratere tentò e riuscì a fare l'ascensione del grande cono il 14 dello stesso mese ed osservò che l' antico cratere era tutto in fuoco nel suo centro. Presentava secondo quanto potè osservare due profondi spacchi (*Tav. IV*, *fig.* 1. [1]) a N. N. E. nella sua parte periferica, prodottisi dalle continue scosse che riceveva il monte, e il cono avventizio sopra citato era perforato da nuove aperture. Due di queste aperture (*fig.* 1 [2]) si trovavano alla base del cono e non davano alcuna proiezione, ma sui fianchi di esso ve ne erano altre tre (*fig.* 1 [3]) che vuomitavano lava, la quale però abbondantemente scaturiva da un' altra bocca situata sul fianco opposto S. O. del cono alla cui cima la bocca primitiva detonava fortemente proiettando per aria materie infuocate.

Riunendo tutte queste aperture 2,3,4,5 si vede che sono quasi comprese in una stessa linea che accenna ad una direzione che passa da N. E. a S. O.

La lava dopo essere uscita in quantità da traboccare il bordo del grande cratere prese da prima a scendere in direzione di ovest nelle lave del 1855, ma giunta ad un terzo del cono si arrestò mentre dalla parte superiore altre correnti si formavano separate e animate da velocità varia e proporzionata alle successive fasi che presentava la intensità eruttiva. Nei primi giorni di questa attività si sparse nei dintorni del Vesuvio notevole quantità di arena e l' insieme di tutti i fenomeni caratterizzò un nuovo parossismo erut-

tivo che doveva fare il suo corso (1). Io mi recai a visitare l'eruzione dopo la metà di Decembre quando essa si trovava al suo massimo d'intensità e potei dimorare qualche giorno presso il teatro eruttivo mercè la obbligante amicizia del Prof. Palmieri che mise a mia disposizione l'osservatorio da lui diretto. In attesa della relazione che farà il detto Professore delle osservazioni che giornalmente ha raccolto e raccoglie seguendo con cura tutto l'andamento della eruzione, io presento intanto i resultati di alcuni studi che ho avuto occasione di fare in questa circostanza sulla parte chimica della eruzione vesuviana per prevalermene nel paragone con i fenomeni eruttivi che ho studiato sull'Etna in quest'ultimi anni e più specialmente nell'occasione dell'ultimo incendio (2).

L'eruzione attuale del Vesuvio non si può dire che relativamente ad altre abbia preso proporzioni molto considerevoli ed allarmanti: attualmente dopo aver percorso due periodi, uno di massima attività, uno di attività minore, si trova di gran lunga diminuita e accompagnata da quei fenomeni che sogliono accennare al termine di una eruzione. Questa volta anche per il Vesuvio tale sfogo si è mantenuto nei limiti o delle eruzioni che si effettuano dalle sommità dei vulcani che raggiungono delle considerevoli altezze come è l'Etna per l'Italia (alto $3313^{m},13$ sul mare) ovvero di quelle eruzioni che si verificano dai piccoli vulcani che sono in attività quasi permanente di cui lo Stromboli (con 868^{m} soli di altitudine) ce ne offre splendido esempio.

Questo ultimo paragone si uniforma alla conclusione alla quale sarebbe condotto il sig. Ch. Sainte Claire Deville die-

(1) Ai primi di Decembre, pochi giorni dopo il principio della eruzione del Vesuvio, si manifestarono per 16 giorni fenomeni eruttivi attivissimi in mezzo ad una pianura nello stato di Nicaragua — L'eruzione cominciò con fiamme, fumo ed una gran quantità di cenere e arena da formare un elevato cono a larga base. — La città di Corinto rimase coperta da una quantità considerevole di arena. (Vedi Lettre de M. Raman de la Sagra. *Compts. Rendus de l'Ac. des Scien.* Paris 9 Mars 1868).

(2) Vedi O. Silvestri i fenomeni vulcanici presentati dall'Etna nel 1863-64-65-66, considerati in relazione alla grande eruzione del 1865. — Catania 1866.

tro la discussione delle sue proprie osservazioni e quelle che gli hanno presentato i documenti offertigli da diversi scienziati che il Vesuvio « est revenu aujord'hui à cet état d'activité strombolienne, alternant avec la phase solfatarienne (1), que l'on voit bien souvent se reproduire dans l' histoire du Vésuve et qui, en particulier, en a été le trait caracteristique entre 1841 et 1819 » (*Comptes rendus de l'Ac. des Scie. Seance* 25 Nov. 1867. Paris).

Infatti questa volta senza che le pendici del Vesuvio si siano rotte da qualche parte, solo la sommità del monte per mezzo di un nuovo cono che è andato continuamente crescendo sul riempimento già notato dell' antico cratere, ha versato da tutti i lati delle colate di lava che da questa uscita centrale si sono irradiate in tutte le direzioni (vedi *fig.* 2 e 3). In generale quasi tutte più o meno hanno avuto un corso breve ed è per questa ragione che il nuovo cono venendo circondato di tratto in tratto sul suo contorno esteriore da solidi contrafforti formati dalle colate di lava di già raffreddate, coi soprassalti eruttivi che di tanto in tanto si sono verificati pare che sia venuto a rompersi radialmente in diversi punti del suo giro ed ha dato (senza una fenditura resa manifesta sui fianchi della montagna, ma solo nel cono avventizio, da quelle bocche già notate comprese in direzione N. E. a S. O.) corso quà e là su questo alla massa di materia fluente la quale o non ha oltrepassato o ha oltrepassato di poco la base del grande cono.

Undici erano all' epoca in cui io mi trovava al Vesuvio alla fine del Dicembre, le colate principali ; adesso dietro i rapporti comunicati dal Prof. Palmieri sono aumentate in numero non solo, ma alcune anche si sono ingrossate e allargate per i nuovi materiali sopraggiunti ed una ve ne ha che tuttora discende quasi occultamente al di sotto di un cu-

(1) Questa espressione è adottata da Ch. Sainte Claire Deville comprendendo sotto il nome di *solfatara* l' insieme delle emanazioni secondarie dietro quanto manifestano le vere solfatare ; di cui l'intensità può dare sfogo alla emissione del cloridrato di ammoniaca e dei cloruri metallici, del solfo-seleniuro di arsenico ec. (come a Pozzuoli) fino alle ultime degradazioni dell' intensità eruttiva, formate p. es. dagli sviluppi di idrogeno carbonato, di azoto ec. (come alle Salse e alle Macalube della Sicilia)

mulo di scorie consolidate che si è formato da se stesso col raffreddamento della sua parte esteriore.

Il suolo circostante al Vesuvio si è mantenuto per quasi tre mesi in continua oscillazione la quale durante il massimo della forza eruttiva non solo veniva indicata dagli strumenti dell'osservatorio, situato in un'altura di 637^m sul mare presso la base del grande cono, ma si avvertiva direttamente come un tremito continuo del suolo che accompagnava esattamente il ritmo o la fase giornaliera della eruzione e lo strepito delle rombe e dei boati.

La lava di questa eruzione si presenta, come ordinariamente, di tutte le forme cioè in forma di lava compatta, di scoria, di arena: la forma scoriacea è però dominante il che si verifica sempre nelle eruzioni che si effettuano dai crateri principali dei vulcani (come ebbi ad osservare nella piccola eruzione dell'Etna nel 1863) per quanto il cratere del Vesuvio non raggiunga che 1103^m di altitudine sul livello del mare. Queste eruzioni infatti riescono in certo modo stentate poichè la lava oppone maggiore resistenza allo sforzo dei vapori e dei gas, ossia delle materie elastiche che ne determinano la uscita.

La lava è di un colore grigio-scuro quasi nero e qualche volta verde-scuro o rossastra alla sua superficie. In questi colori il verde-scuro si presenta specialmente nelle lave divise in blocchi o piccole masse che hanno potuto raffreddarsi bruscamente ed è un colore superficiale che assume uno dei principii costituenti la lava che è il pirosseno. Il colore rossiccio si produce per una sopraossidazione del ferro che contiene la lava. Essa è di una struttura cristallina nell' impasto dell'augite e amfigeno o leucite che prevalentemente la formano ed esercita un'azione energica sulla calamita. La sua densità l'ho trovata rappresentata dalle cifre seguenti:

	Temp. 14°.C
Arena	2,7866
Scoria	2,4670
Lava compatta nera	2,8189
» » verdastra	2,6699
Lava compatta dopo la vetrificazione o fusione artificiale	2,6980

Paragonando la densità di questa lava ultima del Vesuvio a quella ultima dell'Etna del 1865 il cui massimo lo trovai (1) nella lava compatta di 2,815 e il minimo mi si presentò nella cenere =2,565, si vede che vi è poca differenza ed è naturale trattandosi di due vulcani che si trovano tanto prossimi l'uno all'altro e che tanto si somigliano, per i loro attuali prodotti.

Un fatto però che rilevo da questo paragone è che la lava ultima del 1865 dell' Etna ridusse con la fusione artificiale il suo peso specifico a 1,972 e quindi ad una cifra molto minore di quella che ho trovato per la lava del Vesuvio.

Facendo l'analisi chimica della lava compatta ho trovato i resultati qui espressi:

Materie solubili nell'acqua.

	in 100 parti
Arena	0,293
Scoria	0,184
Lava compatta	0,099

I residui dei trattamenti acquosi fatti sulla lava sono formati da cloruri e solfati a base di soda che rappresentano dietro la quantità dei precipitati di cloruro di argento e di solfato di barite le proporzioni qui sotto segnate di cloro e di acido solforico.

Arena 100 p. contengono	Cloro.	0,1014
	Acido solforico .	0,0712
Scoria » »	Cloro.	0,0754
	Acido solforico .	0,0350
Lava compatta idem	Cloro	0,0600
	Acido solforico .	0,0055

(1) Vedi O. Silvestri op. cit. pag. 122.

Azione degli acidi sulla lava.

La lava è lentamente e incompletamente attaccata dagli acidi minerali più forti (come quella dell'Etna) eccettuato l'acido fluoridrico. Invece però di applicare quest'ultimo per la determinazione della natura e quantità dei principii costituenti chimici di essa, mi sono servito del metodo complicato, ma più sicuro, proposto dal sig. E. Sainte Claire Deville, fondendola con un peso determinato di calce purissima e trasformandola in un silicato con eccesso di base e quindi facilmente attaccabile dagli acidi e specialmente dall'acido azotico.

Nel mettere in pratica quest'analisi ho trovato la composizione centesimale qui appresso:

Silice	38,888
Calce	17,698
Allumina	14,127
Magnesia	3,333
Protossido di ferro	12,696
» manganese	0,010
Potassa	1,190
Soda	10,000
Rame	0,000
Acido fosforico	0,000
» titanico	0,000
Acqua	2,065
	100,007 (1).

Fra questa composizione espressa che appartiene alla lava compatta nera e quella che ho determinato per la lava arenacea e scoriacea, non ho trovato, analogamente a quello che mi è occorso di osservare per l' Etna, che delle differenze minime e insignificanti. In tutti i casi però debbo far nota-

(1) I minerali costituenti prevalentemente le lave recenti del Ve-

re l' abbondanza della soda che è straordinaria e forse questo fatto è in qualche connessione con la gran quantità di sublimazioni sodiche presentate dalla lava fin dai primi giorni della eruzione.

Non mi si è presentato nella composizione della lava nè jodio, nè fluore, ma vi ho trovato in proporzioni minime (come già si può ritenere dal fatto delle materie solubili nell'acqua che la lava contiene) gli edotti e i prodotti dei fumaioli.

Fumaioli della lava.

Poichè l'eruzione attuale del Vesuvio si è fatta fin' ora poco a poco e la lava è uscita molto divisa su tutti i fianchi del cono; all' epoca in cui io mi trovava sul Vesuvio non potei osservare che un piccolo numero di fumaioli sulle correnti già per lo più fredde nelle loro parti inferiori e questi furono anche di breve durata.

I fumaioli osservati erano solo quelli che io ho chiamato *fumaioli a cloruro di sodio* perchè sono costantemente ca-

suvio presentano dietro analisi conosciute la seguente composizione:

Augite	Silice	50,90
	Magnesia	14,45
	Calce	22,96
	Protossido di ferro	6,25
	Allumina	5.37
		99,91 (Kudernatsch)

		I.	II.	III.	IV.
Leucite	Silice	53,750	53,50	56,10	56,05
	Allumina	24,625	24,25	23,10	23,03
	Potassa	21.350	20,09	21,15	20,40
	Soda	0,000	00,00	00,00	1,02
	Calce	0,000	00,00	00,00	traccie
	Sesquiossido di ferro	0,000	00,00	0,95	00.00
		99,725	97,84	101,30	100,50
		(Klaproth)		(Arfvedson)	(Avdejed)

ratterizzati dalla presenza di questo sale che non si trova nei fumaioli di altra natura. Tali fumajoli presentavano una temperatura che era capace di fondere immediatamente lo zinco, cioè superiore a 500° e davano delle abbondanti sublimazioni di un notevole spessore che presentavano tre aspetti differenti: erano cioè o bianche o grigio-brune o verdastre. Tutte e tre le ho sottoposte all' analisi ed ho trovato:

Sublimazione bianca.

Cloruro di sodio.	98,683
» di potassio. . . .	1,317
» di rame.	0,000 traccie
	100,000

Sublimazione grigio-scura.

Cloruro di sodio.	93,055
» di potassio. . . .	1,100
Ossido di rame	5,855
	100,000

Sublimazione verdastra.

Cloruro di sodio.	97,960
» di potassio . . .	1,425
Ossicloruro di rame . . .	0,615
	100,000

Ho raccolto una quantità considerevole di sublimazioni provenienti da questi fumaioli a temperatura molto elevata, ne ho fatto a caldo la soluzione che con successive concentrazioni l'ho lasciata ripetutamente cristallizzare fino ad ottenere un piccolissimo volume d'acqua madre.

Questa non mi ha manifestato la presenza nè del bromo nè dell' iodio e sottomessa all'analisi spettrale non mi ha presentato altro che lo spettro del sodio, del potassio e del rame.

Ho analizzato ancora sul posto i gas che emanavano da questi fumaioli ed ho ottenuto in media

Azoto . , ...	86,24
Ossigeno	13,76
Acido carbonico	0,00 traccie
	100,00

non vi è traccia nè di acido solforoso, nè di acido solfidrico e ciò analogamente ai resultati da me ottenuti sull'Etna che mi hanno dimostrato che l'insieme dei gas di questi fumaioli non è altro che aria atmosferica disossigenata in parte. (Vedi op. cit. pag. 145).

Dopo avere fatto passare accuratamente con un aspiratore in un piccolo apparecchio di condensazioue fatto espressamente e che ho circondato di neve, il vapore di questi fumaioli, prolungando l'esperienza per circa tre quarti di ora, ho ottenuto la condensazione di una materia salina (cloruro di sodio) che formava una patina bianca sulle pareti dell'apparecchio suddetto, le quali nella parte più bassa presentevano una specie di rugiada o condensazione umida capace di dare una sensibile reazione acida alle carte reattive. Questo resultato per quanto non mi abbia dato una materia liquida relativamente abbondante e una reazione acidissima come ho ottenuto sempre sperimentando nei fumaioli a elevatissima temperatura sull'Etna (Vedi opera citata pagina 179) tuttavia non differisce per la conseguenza cui conduce a conferma della mia opinione che cioè i fumaioli a cloruro di sodio contengono vapore acquoso e sono acidi (il che comparisce spesso con difficoltà essendo le loro emanazioni molto rarefatte per l'azione della elevata temperatura) al contrario di quanto ritiene il sig. Ch. Sainte Claire Deville che li chiama *secchi* e *neutri*. E circa la rea-

zione acida oltre ai fatti naturali da me osservati, citerò che facendo una esperienza semplicissima di fondere del sal marino in un crogiolo di platino a contatto dell'aria, ho ottenuto sempre dopo averlo per qualche minuto riscaldato alla elevata temperatura che permette la sua volatilizzazione (come si verifica nei fumaioli della lava) che la superficie della massa salina raffreddata dà una fortissima reazione alcalina e ciò per effetto della dissociazione degli elementi del cloruro di sodio a contatto dell'aria esterna in modo che si produce della soda, mentre tra i vapori si sviluppa dell'acido cloridrico.

Finalmente ho fatto delle sperienze simili condensando il fumo bianco che si solleva dalla lava mentre si spande sul suolo. Ho disposto il mio apparecchio condensatore per raccogliere il fumo della più notevole colata di lava che il 24 Dicembre discendeva rapidamente con la velocità di un metro e mezzo al minuto sul fianco orientale del Vesuvio e precisamente ai *cognoli di Ottajano* ed ho trovato (per quanto l'operazione mi sia riuscita difficile per l'enorme calore di questa grande corrente) che i fumi bianchi che si sollevano dalla superficie della lava in fusione cristallina e fluente possono dare una reazione debolmente acida e sono costituiti dalle medesime sostanze che più tardi sublimandosi in centri speciali, formati dagli spacchi della lava già esternamente consolidata, vengono a rappresentare i primi fumaioli distinti che presenta la lava, cioè i fumaioli a cloruro sodico.

SULLA RESPIRAZIONE NELLE RANE; PER G. ALBINI.

In principio dell'anno corrente mi proposi di studiare i fenomeni della respirazione ne' batraciani e la parte che prendono in questa funzione l' organo polmonare la pelle e la mucosa intestinale, giacchè per alcuni esperimenti istituiti antecedentemente mi ero convinto che in questi animali lo scambio dei gas, non solo poteva verificarsi mediante le tre superficie sopramentovate, ma anche che l' organo polmonare era appunto il meno importante. Già Spallanzani, Müller ed altri Fisiologi dimostrarono l' importanza della pelle come organo della respirazione, e noi sapevamo nei loro esperimenti che le rane potevano vivere per alcuni giorni dopo l'estirpazione dei polmoni, mentre morivano in poche ore se si copriva la loro pelle d'una vernice la quale disseccando sospendeva ogni fenomeno di respirazione e perspirazione.

Febbrajo

Giorno 5. Nelle ore antimeridiane si estirparono i polmoni a sei rane, tre maschi e tre femmine.
„ 8. Moriva una prima rana.
„ 10. Ne moriva una seconda.
„ 14. Ne trovai morta una terza.

AUTOPSIA

Le rane morte il giorno 8 e 10 eransi fatte assai magre, il loro tubo digerente era quasi affatto vuoto d'alimento o gas; presentavano una grande iperemia dei vasi mesenteriali e dei reni.

La rana morta il giorno 14 presentava gli stessi caratteri delle due antecédenti, se non che il suo tubo digerente era estremamente disteso da gas per tutto il tratto compreso fra il ventricolo ed il retto. Si osservavano a dati intervalli de' punti contratti.

Marzo

Giorno 28. Moriva la quarta rana. Visse 52 giorni senza polmoni.

Aprile

Giorno 29. Moriva la quinta rana. Visse 84 giorni senza polmoni.

AUTOPSIA

Gli animali erano assai dimagrati; le ferite perfettamente cicatrizzate; alle radici de' polmoni si rinvennero i fili residui della legatura; il fegato era bruno; la cistifellea distesa da bile quasi picea; in una rana era disteso da gas tutto il cavo addominale per rottura del tubo digerente, nell' altra il solo ventricolo. La rana morta nel mese d' Aprile era femmina e veramente anemica.

Giugno

Giorno 1. Moriva la sesta rana, e perciò visse 116 giorni senza polmoni.

AUTOPSIA

eseguita pochi momenti dopo la morte avvenuta sotto leggieri convulsioni.

L' animale era estremamente dimagrato, anemico; nel cuore si trovò poco sangue molto fluido e poco colorato. Il cuore non pulsava nè rispondeva agli stimoli con contrazioni parziali e molto meno ritmiche. Le ovaje quasi atrofiche; tubo intestinale dalla bocca all' ano disteso da gas i quali erano passati perfino nella vescica urinaria, la quale ne era così gonfia da occupare il cavo addominale fin quasi al limite fra il terzo inferiore ed il terzo medio. Il fegato di color bruno assai intenso, quasi piceo, vescicola biliare distesa e piena di bile oscura.

Capovolgendo l' animale usciva dalla bocca molto muco filante. La ferita era perfettamente cicatrizzata; in corrispondenza delle cicatrici si trovarono ancora gli avanzi del filo che aveva servito per la legatura.

Febbraio

Giorno 5. Nelle ore antimeridiane si apriva il pavimento della bocca a sei rane (tre maschi e tre femmine) escidendo mediante forbice la pelle, i muscoli e la membrana mucosa ai lati della lingua tra i margini di questa e l' orlo della mascella inferiore.

,, 14. Moriva una rana.

,, 18. Moriva una seconda rana.

,, 23. Moriva una terza rana. — Maschio; ventricolo ed intestino tenue disteso da gas; iperemia dei vasi mesenteriali e della mucosa intestinale; fegato bruno; mancanza quasi totale dell' adipe.

,, 27. Moriva una quarta rana. — Il giorno 26 questa rana era moribonda; trovavasi agitata da convulsioni. L' animale era femmina, assai dimagrata; iperemia de' vasi mesenteriali, i polmoni erano avvizziti, di color grigiastro. Disteso d' aria tutto il tubo digerente dalle fauci a tutto il tenue.

Marzo

Giorno 17. Moriva la quinta ed ultima rana perchè la sesta andò smarrita verso la metà del mese di Febbraio.

Questa rana visse 41 giorno. In principio del mese di Marzo mi ebbi ad accorgere che questa rana facendo piatta la lingua ed adattandone i margini ai bordi della mascella inferiore, riusciva a chiudere in basso la cavità della bocca in modo da poter ancora inghiottire l'aria; recisi perciò tutti i tessuti molli che ancora involgevano la mandibula ed in tal modo non era più possibile che la lingua potesse funzionare da diaframma.

Quando morì era assai dimagrata, anemica ed aveva poca aria nel ventricolo e nell'intestino.

Le rane si mantennero entro vasi di vetro contenenti poca acqua che si cambiava ogni giorno. Sul fondo del vaso vi era un foglio di carta bibula, più volte piegato, in modo da formare come un poggio umido su cui si posavano le rane quando non volevano stare immerse nell'acqua, la quale però era così bassa che anche quando toccava il fondo del vaso potevano tenere la testa fuori dell'acqua.

Dalle autopsie fatte pare che le rane abbiano mangiato poco, sebbene io ci facessi gettare nell'acqua dei moscerini, dei vermi ed altri insetti di cui si nutrono d'ordinario questi animali.

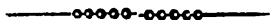
La maggior mortalità che si ebbe ne' primi giorni nelle rane cui si estirparono i polmoni l'ascriverei a due fatti e sono:

1.° che alcune di queste rane avevano servito pochi giorni innanzi per dimostrare la circolazione del sangue agli studenti e quindi avevano infiammato e gonfio l'arto che era stato legato e fissato su di un'assicella.

2.° per la perdita di sangue che nell'estirpazione del polmone riesce d'ordinario maggiore che per l'apertura del pavimento della bocca.

Le rane fino a pochi giorni innanzi la loro morte eseguivano regolarmente e ritmicamente i movimenti respiratori col diaframma orale e colle narici. Confrontate con altre rane il

ritmo era più frequente in queste che in quelle; confrontate fra loro, cioè quelle senza polmoni con quelle senza diaframma, si osservò che le prime avevano un ritmo più frequente delle seconde.

Fra le undici rane operate nell' uno e nell' altro modo vissero più a lungo le femmine, talchè i ranocchi erano tutti morti già nel mese di Febbraio.

SULLA MOLTIPLICAZIONE DEI LEUCOCITI DEL SANGUE PEL RIASSORBIMENTO DEL PUS; NOTA DI A. DE MARTINI.

Virchow aveva insegnato, che il riassorbimento del siero del pus dai focolari di suppurazione eccita nei gangli linfatici una maggiore produzione di *globuli incolori.*

Noi abbiamo inteso di sottoporre ad esame sperimentale questa dottrina.

Se nei polmoni della rana s' inietti pel laringe una dose di pus recente, il siero ne sarà subito riassorbito; la massa dei corpuscoli soffrirà prima la trasformazione caseosa, poi sciogliendosi in emulsione sarà riassorbita anch' essa. Sarà più prontamente assorbito il siero di pus recente e filtrato. Va perfettamente intesa la prontezza di quest' assorbimento pel grande sviluppamento del plesso linfatico polmonare nella rana.

Già dopo 4-5 ore dalla iniezione, se si esamini la circolazione capillare nella membrana natatoria, si scorgerà aumentata la folla dei globuli incolori nelle correnti sanguigne, sino a cagionare facilmente stasi. Continuerà siffatto aumento di globuli incolori per circa una settimana dalla prima iniezione; indi cesserà senza arrecare altri disturbi alla economia dell' animale.

Allorchè si faccia esame comparativo dei leucociti formatisi sotto l'azione dello stimolo patologico del pus riassor-

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80

Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . . . 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, ossia una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

Le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *L. Ungher* — *Tipografia Pieraccini*.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

Fondato in Pisa

NELL' ANNO 1844

DAI PROFESSORI MATTEUCCI E PIRIA

E CONTINUATO

DAI PROFESSORI DI SCIENZE FISICHE e NATURALI

DI PISA E DEL R. MUSEO DI FIRENZE

Tomo XXVII.

MAGGIO E GIUGNO

(Pubblicato il 30 Giugno 1868)

1868.

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA L. UNGHER

Si pregano i Sigg. Associati che non hanno pagato il prezzo d'abbuonamento, di volervi adempire col mezzo di Vaglia, in questo corrente mese di Luglio.

INDICE

DI ALCUNE PROPRIETA' DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA LIQUIDA; RICERCHE DI FAUSTO SESTINI (1).

Tra le proprietà dell'anidride solforosa, designate nei trattati di chimica, non si trova nemmeno per incidente indicato, se, quando quest'anidride è allo stato liquido, può agire come semplice solvente sopra qualche corpo, o se con qualche altro può chimicamente reagire. Perciò avendo nel decorso inverno, che è stato rigido e nevoso come da varii anni non soleva essere, potuto liquefare molta anidride solforosa, e maneggiarla facilmente, mi diedi cura di esperimentare la sua azione solvente su i metalloidi, sopra alcuni liquidi, e sopra alcune sostanze organiche liquide e solide; non che la sua azione decomponente verso qualche sale.

Le esperienze furono eseguite, facendo pervenire l'anidride solforosa liquefatta in un tubo di vetro, il quale, (dopo avere in esso introdotta la sostanza solida o liquida) era stato stirato alla lampada in modo da produrre alla sua parte superiore una strozzatura; chiudendo alla lampada il tubo stesso con un colpo di fiamma sulla strozzatura, e poi esaminando dopo vario tempo il liquido, che spesso durante l'esperimento veniva agitato.

(1) In queste ricerche mi ha prestata la sua intelligente cooperazione, il sig. Antonio Zavatti, chimico farmacista di Meldola.

Anidride solforosa e metalloidi.

Fosforo. — In questo esperimento furono adoperati 3 C. C. di anidride solforosa liquida, e un pezzettino di fosforo bianco del peso approssimativo di 0^{gr},3: per varii giorni di seguito il liquido fu agitato vivamente, e presto si osservò che il pezzettino di fosforo diminuiva un po' di volume, e il liquido prendeva una leggerissima tinta giallognola. Ponendo però varie volte il tubo nelle tenebre, nè il liquido, nè il fosforo apparvero mai luminosi.

Dopo 10 giorni, aprendo il tubo, prima fortemente raffreddato, il liquido manifestò una notevole fosforescenza nell'oscurità, ed evaporato spontaneamente lasciò un discreto residuo giallognolo di odore agliaceo, luminoso nel buio, che dava fumi acidi all'aria, e che leggermente scaldato s'incendiò producendo vapori bianchi.—Il fosforo adunque era stato disciolto dall'anidride solforosa liquida in quantità discreta.

Iodio. — Sei o sette pagliette d'iodio del peso complessivo di 0, gr. 1, furono racchiuse in un tubo di vetro insieme con 5 gr. di anidride solforosa liquida; e quasi sull'istante il liquido cominciò a colorarsi di giallo rossastro; colorazione che a poco a poco andò aumentando, specialmente coll'agitazione del tubo: a tal segno, che in cinque giorni l'iodio era quasi tutto disciolto, ed il liquido erasi colorito intensamente di rosso-bruno.

Esposta la soluzione dell'iodio nell'anidride solforosa liquida al sole per una settimana intiera, non fu possibile osservare cambiamento di sorta alcuna: invece, immerso il tubo in cui la soluzione era contennta in un miscuglio di neve e sale, l'iodio in parte si depose sulle pareti del tubo stesso, producendo cristallizzazioni simili alle barbe di una penna, mentre il liquido si scolorò sensibilmente.

L'anidride solforosa liquida sciogiie, adunque, l'iodio; ma sotto l'azione della luce solare, questi due corpi non si combinano, come *a priori* si poteva supporre in vista, non tanto della diretta combinazione, che ha luogo quando si fa passare una corrente di anidride solforosa allo stato di gaz per una soluzione d'iodio nell'alcole metilico, quanto del modo con cui

il cloro e l'anidride solforosa si comportano sotto l'azione della luce del sole.

Bromo. — Ponendo in un tubo un volume di bromo con 7 o 8 volumi di anidride solforosa liquida, e poi chiudendo il tubo alla lampada, immediatamente il bromo si scioglie colorando l'anidride solforosa di rosso arancione molto intenso; tanto che questo mi sembra il metalloide che più facilmente degli altri, e in maggior quantità si scioglie nell'anidride predetta.

La soluzione rosso-arancione, esposta per molti giorni al sole, non si scolorì minimamente.

Solfo. — L'anidride solforosa liquida, tenuta a contatto per 20 giorni col solfo cristallizzato e solubile nel solfuro di carbonio, sciolse piccolissima quantità di solfo.

In conclusione l'anidride solforosa allo stato liquido agisce come semplice solvente sopra i metalloidi; e scioglie molto bromo ed iodio, discreta quantità di fosforo, e pochissimo solfo.

Anidride solforosa liquida ed acidi idrati minerali.

Acido nitrico. — Facendo cadere l'anidride solforosa liquida a goccia a goccia in un tubo, ove prima erano stati posti 10 C. C. di acido nitrico normale, subito si formò una materia bianca, cristallizzata in forme aciculari, che avevano le stesse apparenze dei *cristalli delle camere di piombo;* nel tempo istesso il tubo si riempì di vapori rosso-rutilanti, e il liquido si colorì di verdognolo. Questa maniera di esperimento dà resultati sì netti che potrebbe essere adottata per mostrare nei corsi pubblici la formazione dei predetti *cristalli delle camere di piombo.*

Bagnando poi solamente le pareti del tubo con acido azotico, ed introducendo nel tubo stesso 10 o 15 C. C. di anidride solforosa liquida, dapprima si formò la materia cristallina sopra ricordata, poi scomparì, e dopo 2 o 3 ore in fondo al liquido si trovò piccola quantità di materia violacea, apparen-

temente formata da particelle amorfe, sulla composizione e natura della quale non ho potuto procurarmi nessun dato positivo. Il giorno dopo la materia violacea erasi convertita in un liquido leggermente colorato di scuro; in cui dopo l'apertura del tubo potei costatare molto acido solforico.

Acido solforico e fosforico. — Gli acidi fosforico e solforico, in stato di massima concentrazione, posti a contatto con l'anidride solforosa liquida non hanno dato segno di sciogliersi in quantità rilevante.

Anidride solforosa ed alcuni sali

Carbonati alcalini. — Se in tubo stretto e lungo, immerso in un mescuglio di sale e neve, si pongono alcuni frammenti di un carbonato alcalino, e poi vi si fa cadere dentro dell'anidride solforosa liquida, subito ha luogo una effervescenza piuttosto viva, e dopo un poco di tempo, lasciando aperto il tubo, la materia si asciuga, prende l'aspetto di polvere bianca, e trattata cogli acidi, anche dopo essere stata esposta per varie ore all'aria, svolge molta anidride solforosa allo stato di gas. L'anidride solforosa liquida dunque decompone i carbonati alcalini con svolgimento di anidride carbonica, convertendo questi sali in solfiti.

Permanganato potassico. — I cristalli del permanganato potassico tenuti per molti giorni a contatto dell'anidride solforosa liquida, si cuoprono di una materia bianca (che è probabilmente solfato potassico), senza che il liquido si colorisca punto.

Anidride solforosa liquida ed alcuni liquidi.

Solfuro di carbonio. — Un volume di anidride solforosa liquida fu posto a contatto con 3 volumi di solfuro di carbonio in un tubo ermeticamente chiuso colla lampada; e dapprima i due liquidi, avendo diversa densità, stavano separati, e, come è ben naturale l'anidride solforosa liquida occupava la parte inferiore del recipiente. Agitando spesso il tubo parve che l'anidride solforosa andasse a poco a poco diminuendo di volume.

e dopo 5 o 6 ore era tutta disciolta nel solfuro di carbonio. Immergendo poi il tubo nella neve il liquido non presentò nessun cambiamento; ma aggiungendo alla neve, in cui era immerso il tubo, una discreta quantità di sale, la temperatura si fece più bassa, e quando la mescolanza giunse a — 3°, subito il liquido s' intorbidò, e alla parte inferiore si depose l'anidride solforosa liquida. Esponendo poi il tubo chè conteneva i due liquidi, nuovamente separati, alla temperatura ordinaria ed agitandoli, l'anidride solforosa tornò a disciogliersi nel solfuro carbonico; ed immergendo il tubo nella mescolanza frigorifera, i due liquidi si separarono; e in varie occasioni, ripetendo questa esperienza dette sempre lo stesso resultamento. Cosicchè essa può essere ripetuta con facilità e piacere nei corsi pubblici per dimostrare il diverso grado di solubilità, a seconda della temperatura, di un liquido in un altro liquido.

Benzina. — La benzina del commercio, rettificata colla distillazione, posta a contatto di 3 volte il suo volume di anidride solforosa liquida si sciolse, colorando il liquido di giallognolo; e raffreddando il tubo, entro il quale stava racchiusa la soluzione, con una mescolanza frigorifera, la benzina si depose in gran parte, come era avvenuto del solfuro di carbonio.

Aprendo il tubo tutta l'anidride solforosa si disperse nell' aria, e la benzina rimase nel tubo affatto scolorata, come era prima dell' esperimento.

Etere. — L' etere ordinario posto a contatto ad un egual volume di anidride solforosa liquida, si è prontamente sciolto, colorando un po' di giallo pagliarino il solvente. Dopo 24 ore essendo stata rotta la punta affilata del tubo, che conteneva la soluzione, l' anidride solforosa in breve tempo scomparve, e l'etere rimasto indietro era scolorato, e a poco alla volta tornò a presentare il suo solito odore.

Cloroformio. — Volumi eguali di cloroformio e di anidride solforosa liquida si sciolgono a vicenda e con molta prontezza, senza presentare alcun che meritevole di essere notato.

Anidride solforosa liquida e resine. — Un grammo di colofonia posto a contatto di 2 C. C. circa di anidride solforosa liquida immediatamente cominciò a sciogliersi, colorando il liquido; in un' ora circa era quasi tutta sciolta, e la soluzione

dapprima molto colorata di giallo rossastro, dopo una settimana prese un colore molto più carico, quasi bruno. Un tubo di vetro affilato, contenente anidride solforosa liquida, fu chiuso con cera lacca rossa; ma il giorno dopo, il mastice essendosi rammollito, il liquido era tutto scomparso. — Questi due fatti provano che l'anidride solforosa liquida è buon solvente delle resine.

Dall'insieme di queste risultanze chiaramente emerge, che l'anidride solforosa liquida nelle condizioni ordinarie con molte sostanze si comporta come un solvente neutro, comparabile al solfuro di carbonio.

SULLA RICOMBINAZIONE SPONTANEA, LENTA E COMPLETA DEI GAS CHE PROVENGONO DALLA ELETTROLISI DELL'ACQUA;

O. SILVESTRI.

Il sig. Schönbein nella sua importante Memoria, *Sulla produzione dell' ozono per via chimica*, nel riassumere quanto si riferisce alla materia odorosa che si sviluppa nella elettrolisi dell' acqua, fu condotto ai seguenti resultati:

1.° « L'odore (ozono) si mantiene ancora dopo che è « cessata la corrente elettrica attraverso all' acqua, vale a dire « dopo che è cessata la elettrolisi di questa ultima.

2.° « . . . .

3.° « Anche raccogliendo i due gas insieme, si scorge « nella loro mescolanza l'odore fosforoso.

4.° « Il principio odoroso può essere conservato in boc- « cie ben chiuse per quanto tempo si vuole, tanto unito al solo « ossigeno, quanto mescolato al gas detonante ».

Fra questi resultati i primi due (1 e 3) sono stati ormai comprovati da esperienze precise e ben note e non ho bisogno di dimostrarne il valore affermativo dietro la conferma di alcune mie ricerche. Il resultato però negativo num. 4, per quanto esposto in modo assoluto, si poteva tutto al più ritenere come incerto, dietro quanto lo stesso Autore espone in altro punto della citata Memoria « . . . . il fosforo si comporta verso « l' ozono come verso il cloro, cioè che alla semplice tempera-

« tura ordinaria possiede la proprietà di combinarvisi. Per quan-
« to riguarda l'idrogeno, questo, almeno nelle circostanze or-
« dinarie, non sembra influire in alcun modo sull'ozono. La-
« sciando per qualche tempo a contatto con l'idrogeno libero
« dell'ozono chimicamente o voltaicamente prodotto, la mesco-
« lanza conserva il suo proprio odore, la sua forza imbiancan-
« te ec. Una bottiglia ben chiusa contenente ozono cromico aria
« e circa un decimo di gas idrogene, venne da me esposta per
« alcune ore alla diretta luce del sole. La preparazione non
« sembra punto diminuita; poichè dopo questo esperimento il
« miscuglio d'aria emanava ancora lo stesso forte odore di
« prima e tingeva la mia carta esplorativa fatta con pasta di
« amido e ioduro potassico con la stessa celerità come prima
« dell'azione solare. Per questo riguardo adunque l'ozono dif-
« ferisce essenzialmente dal cloro; egli è però possibile che len-
« tamente esso ozono arrivi a combinarsi per via diretta con
« l'idrogeno ».

Tenendo a calcolo questa ultima espressione, nata dalla corrispondenza che Schönbein aveva trovato in alcune proprietà fra l'ozono ed il cloro, essa rappresenta quasi la previsione di un fatto che io adesso posso dimostrare come certo in condizioni determinate. Oltre all'illustre chimico di Basilea moltissimi chimici e fisici si sono occupati in seguito da studiare intimamente le proprietà e la natura dell'ozono e basterà citare i nomi di Marignac, De La Rive, Berzelius, Williamson, Fremy, e Becquerel, Baumert, Houzeau, Andrews ec.: si è creduto per le ricerche di alcuni che l'ozono ottenuto dalla decomposizione dell'acqua per mezzo della pila fosse un ossido di idrogeno di formula HO^3; più tardi si è dimostrato da altri che nessun composto gassoso avente la composizione HO^3 si forma durante la elettrolisi dell'acqua e che l'ozono ottenuto dalla detta sorgente è sempre lo stesso corpo avente proprietà identiche e non è un corpo semplice, ma ossigeno in uno stato allotropico. Riandando la storia di questo corpo così interessante per le sue proprietà e per la sua azione e quella dell'ossigeno ordinario non mi pare che sia stato registrato un fatto che a me è accaduto di osservare e di confermare più volte con esperienze dirette. Schönbein faceva travedere la possibilità della combi-

nazione diretta tra l'idrogeno e l'ozono al pari del cloro stesso: ma sembra che possa accadere qualche cosa di più, facendo anche l'ossigeno ordinario parte di questa combinazione che sembra accadere col tempo senza neppure l'influenza della luce. É noto come solo una parte dell'ossigeno che si sviluppa al polo positivo nella elettrolisi dell'acqua è ossigeno ozonico.

Nella serie dei gas che tengo preparati nel mio laboratorio per i vari usi delle sperienze, mi è accaduto più volte di osservare circa al miscuglio gassoso che si ottiene dalla decomposizione elettrica dell'acqua, costituito dagli elementi gassosi di questa raccolti in un medesimo recipiente e quindi associati in quelle medesime giuste proporzioni nelle quali si trovano naturalmente combinati a formare il prodotto liquido; dopo qualche tempo il miscuglio gassoso non esiste più ed il recipiente si mostra vuoto.

Una boccia a tappo smerigliato, della capacità di 600 cent. cub. riempita di miscuglio gassoso nell'Aprile 1864 e lutato il tappo esternamente con sego per conservare meglio il gas, fu aperta nel Giugno dello stesso anno per introdurre 100 cent. cub. del gas in un eudiometro. Il volume gassoso tolto fu sostituito in questa operazione da un volume eguale di acqua. La boccia conservata in un armadio di legno, all'oscurità (eccettuata la poca influenza della luce che riceveva nell'occasione di aprire e chiudere di tanto in tanto l'armadio stesso) nel Maggio 1865, cioè undici mesi dopo, aperta al di sotto dell'acqua ordinaria, questa vi penetrò a furia e la riempì completamente senza lasciarvi altro che un piccolo residuo gassoso rappresentante la quantità di aria che erasi sviluppata dall'acqua nel riempire il vuoto.

Nella stessa boccia di 600 C. C. fu di nuovo introdotto nello stesso mese di Maggio il miscuglio gassoso proveniente dalla decomposizione dell'acqua e fu poscia abbandonato a sè nelle stesse condizioni con uno strato di acqua in fondo alla boccia. Dopo 8 mesi la boccia era del pari vuota tanto che aperta sotto l'acqua venne riempita con violenza dal liquido: solo ebbi al solito a notare un piccolo volume di materia gassosa proveniente dall'aria sviluppatasi sotto l'influenza del vuoto dall'acqua che non era stata in precedenza bollita.

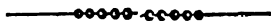
Da questo secondo resultato confermante perfettamente il primo, ho tolto l' occasione per fare delle sperienze onde chiarire meglio tale possibile lenta e completa combinazione fra l' idrogeno e l'ossigeno come si ottengono direttamente dalla elettrolisi dell' acqua: quantunque le sperienze sieno tuttora in corso mi sembra però di essere già venuto alle seguenti deduzioni.

1.° La combinazione dei gas non si effettua istantaneamente, ma a poco a poco.

2.° Vari mesi di tempo (8-10) sono necessarii perchè abbia luogo la combinazione completa.

3.° La combinazione non accade per niente se il miscuglio dei due gas è conservato in una boccia senza l' intervento di uno strato di acqua di due o tre centimetri.

4.° L' ossigeno che prima si combina con l' idrogeno è l' ossigeno ozonico di odore caratteristico e capace di colorare in azzurro le carte preparate con salda di amido e ioduro potassico. Abbandonato a sè il miscuglio nelle medesime condizioni si combina con l' idrogeno anche l' ossigeno ordinario che non ha più odore penetrante nè fa comparire colorazione alcuna sulle carte ozonoscopiche.

Questi resultati brevemente esposti porgono appoggio a quel concetto scientifico che rappresenta uno dei grandi avanzamenti della scienza moderna, cioè di tutta la efficacia delle azioni lente e continue esercitate tra le sostanze dotate in apparenza in certe condizioni di poca affinità reciproca, per determinare le trasformazioni chimiche; e di tutta la influenza che ha l'intervento del tempo nel mettere in giuoco le affinità le più deboli, quelle che nelle condizioni ordinarie rimangono latenti o impedite dallo stato fisico dei corpi. Queste affinità possono produrre gradatamente i fenomeni di combinazioni e decomposizioni le più svariate e spesso le più analoghe alle azioni naturali sì per il loro resultato come per il loro meccanismo.

SULLA PREPARAZIONE DEI LEGNAMI COL BITUME RESIDUO DELLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO; DEL PROF. SOBRERO.

Nella tornata ultima dello spirato anno accademico io davo comunicazione all' Accademia di Torino di alcune sperienze che aveva iniziate coll' intendimento di applicare alla preparazione dei legnami il bitume residuo dalla raffinazione del petrolio d' America. Ritorno ora su questo argomento per esporre alcuni particolari relativi alla operazione dell' imbevimento, e che gioverà rammentare più tardi per apprezzare la virtù antisettica della materia impiegata.

I legni che mi servirono per gli sperimenti in discorso sono l' acero, il platano, l' alno, il frassino, la quercia, il noce, il melo, il larice, il ciliegio, l' ipocastano, l' abete, il pioppo. Non potei avere più esatte notizie sulle specie delle piante che fornirono i legni suddetti, che io dovetti procurarmi presso i magazzini che somministrano legnami agli stipettai della nostra città.

Dei 12 legni summenzionati feci preparare prismi di eguali dimensioni per tutti, e 3 per ciascun d' essi; in tutto 36 prismi, i quali misuravano ciascuno in lunghezza m. 0,397, in larghezza ed altezza m. 0,077. La loro cubatura era pertanto di dec. cub. 2,354.

Come era da prevedersi, questi prismi, tuttochè aventi le stesse dimensioni, doveano avere pesi molto differenti gli uni

dagli altri: 1.° per la diversa natura dei legni; 2.° per la diversa struttura dei prismi, quantunque appartenenti al medesimo tronco, solo perchè provenienti dalle diverse parti di questo; 3.° per la diversa condizione di umidità in cui essi senza fallo si trovavano, poichè la varietà di struttura dei legni ne muta grandemente la igroscopicità; per sopramercato io non aveva dato veruno che mi accertasse sulle condizioni di conservazione alle quali erano stati soggetti i legni summenzionati. Pongo qui la tavola dei pesi dei 36 prismi. Quelli che appartengono al medesimo legno sono distinti dalle lettere M, N, R, che, solo per non confonderli, si impressero sovr' essi con un punzone.

1.° Acero	M	gr. 1385
"	N	» 1400
"	R	» 1492
2.° Platano	M	» 1660
"	N	» 1666
"	R	» 1659
3.° Alno	M	» 1152
"	N	» 1159
"	R	» 1205
4.° Frassino	M	» 1987
"	N	» 1510
"	R	» 1580
5.° Quercia	M	» 1647
"	N	» 1950
"	R	» 1905
6.° Noce	M	» 1445
"	N	» 1448
"	R	» 1520
7.° Melo	M	» 1801
"	N	» 1881
"	R	» 1775
8.° Larice	M	» 1717
"	N	» 1730
	R	» 1500

9.° Ciliegio	M	gr. 1157
„	N	» 1224
„	R	» 1143
10.° Ipocastano	M	» 1205
„	N	» 1200
„	R	» 1218
11.° Abete	M	» 1249
„	N	» 1163
„	R	» 1034
12.° Pioppo	M	» 1364
„	N	» 1332
„	R	» 1349

Pochi sono i legni dei quali i tre prismi presentino pesi eguali, o poco gli uni dagli altri distanti. Il platano, l' ipocastano, il pioppo sono quelli che più apparvero omogenei. In alcuni si osservarono discrepanze notevolissime tra prisma e prisma, come nella quercia, nel larice ec. La presenza o l'assenza di gruppi e nodi di fibre, l'essere il legno preso nel cuore o nell' alburno, e pei legni resinosi l' essere i vasi loro più o meno abbondantemente forniti di resina, doveano necessariamente spiegare tali diversità.

Come dissi nella ultima mia comunicazione, la penetrazione del bitume non potea effettuarsi che a caldo : l' esperienza mi avea provato essere opportuno che il bagno di bitume fuso si portasse a + 150°, affinchè l' aria ed il vapore acquoso che si contengono nei legni si discaccino, e vi sottentri la materia bituminosa.

Difatti due prismi di abete e due di pioppo, introdotti quali essi erano nel bagno a + 60°, e quindi tenuti in esso a crescenti temperature, fino a + 150° perdendo l' acqua loro igroscopica e l' aria contenuta nelle loro porosità, determinarono un tale rigonfiamento del liquido, che per poco questo non traboccò, e non fu che con molta pena che si potè giungere al compimento della operazione sospendendola e ricominciandola più volte. Un essiccamento preventivo tornava opportuno per rendere regolare l' imbevimento. Si aggiunge che l' essiccamento avrebbe permesso di giudicare della quantità di materia che i

prismi avessero più tardi assorbito. Perchè questo intento si raggiungesse pienamente, sarebbe stato opportuno che l'essiccamento si facesse compiuto. È noto che a + 100° i legni perdono con difficoltà l'acqua igroscopica, specialmente se presentino una massa alquanto ragguardevole. Ma a più alta temperatura io non poteva portarli, non avendo un bagno d'olio che si prestasse alle dimensioni dei prismi. Mi accontentai pertanto di por questi in una cassa a doppio fondo che si portava a + 100° col vapore dell'allambicco, e di lasciarveli per due giorni continui. Così io avrei raggiunto lo scopo di aver portati i legni, almeno approssimativamente, al medesimo grado di essiccazione.

Il risultamento della operazione si fu che tutti i prismi si restrinsero e si accorciarono di 3 millimetri incirca in lunghezza (nel verso della direzione delle fibre legnose) e di 2 millimetri in larghezza, ed altrettanto in altezza (1). Il peso dei prismi diminuì pure, ma in misura assai varia, causa non solo la differente condizione di igroscopicità, ma la diversa struttura altresì dei prismi anche appartenenti al medesimo legno.

Ciò nullameno pongo qui i pesi dei prismi essiccati, avvertendo che per questa operazione scelsi quelli che per ciascun legno rappresentavano la massima e la minima densità, poichè questi erano destinati allo imbevimento, operazione che dovea essere nei suoi risultamenti modificata appunto da tale condizione di struttura.

(1) Da questa misura risulta che il restringimento cagionato nei legni per l'essiccamento è assai minore nel verso della lunghezza delle fibre, che nei versi ad essa verticali. Difatti il primo è rappresentato dalla frazione $^1/_{132}$, ed il secondo dalla frazione $^1/_{26}$. L'effetto dell'essiccazione sul volume dei legnami è argomento di qualche importanza pel costruttore, ed io mi propongo di istituire su di esso una serie di esperimenti, pei quali ho già preparati i materiali.

		Prima dell' essiccamento	Dopo l' essiccamento	Diminuzione di peso	Diminuzione p. %
		gr	gr	gr	
Acero . . .	M	1385	1162	223	16.10
" . . .	R	1492	1377	115	7.70
Platano . .	N	1666	1300	366	21.96
" . .	R	1659	1300	359	21.63
Alno . . .	M	1147	1089	58	5.05
" . . .	N	1205	1112	97	7.71
Frassino . .	M	1989	1900	89	4.47
" . .	N	1510	1430	80	5.29
Quercia . .	M	1619	1556	63	3.88
" . .	N	1950	1830	120	6.15
Noce . . .	M	1445	1395	50	3.46
" . . .	R	1520	1400	120	7.89
Melo . . .	M	1881	1517	364	19.35
" . . .	R	1775	1525	250	14.08
Larice . . .	N	1730	1400	330	19.07
" . . .	R	1500	1355	145	9.66
Ciliegio . .	N	1224	1062	162	13.23
" . .	R	1143	1066	77	6.73
Ipocastano .	N	1200	1062	138	11.50
" .	R	1218	1062	156	12.81
Abete . . .	N	1163	1070	93	7.99
Pioppo. . .	R	1349	1170	179	13.26

Le osservazioni dei chimici sullo stato igroscopico dei legni lavorati e conservati in buone condizioni portano la proporzione d' acqua in essi contenuta da 10 a 20 p. %. La massima d' acqua discacciata nelle sperienze succitate giunge a

21, 96 p. °/₀. Gli altri numeri o stanno tra i limiti sovracitati, o vi sono di molto inferiori. Ciò induce a supporre o che questi legni eransi conservati in condizioni speciali di secchezza d'atmosfera, o che una temperatura di + 100° continuata anche per due giorni non valse a discacciarne che una frazione dell'acqua igroscopica.

Una circostanza mi pare ancora degna di essere annotata, ed è questa: eguale essendo la cubatura dei prismi, ed essendo i loro pesi diversi, l'essiccamento per lo più vi dimostrò proporzioni d'acqua diverse, e maggiore quella del prisma più pesante: così l'essiccazione tendeva a portare a maggior prossimità i pesi dei due prismi: tal cosa avvenne manifestissima pel melo, per l'ipocastano, pel larice, pel ciliegio: onde la differenza di peso dovea in gran parte attribuirsi al differente grado di umidore penetrato nei loro pori.

I legni seccati a + 100° vennero, come dissi, introdotti nel bagno di bitume fuso a + 60°, di cui quindi la temperatura si elevava a + 150°. Duravasi l'immersione per parecchie ore, poi si abbandonava il bagno a compiuto raffreddamento; all'indomani si riprendeva l'operazione, e si terminava coll'estrarre i prismi dal bitume a + 60° incirca. I prismi si lasciavano a sè per alcun tempo, perchè l'eccedente bitume ne gocciolasse; poi si asciugavano con un cencio, e freddi si pesavano. Perchè l'imbevimento avvenisse più facile, i prismi erano tenuti verticalmente nel bagno con staffe di ferro. Durante il riscaldamento era facile lo scorgere l'aria che dilatata nei pori del legno ne usciva, ed attraversava il bitume fuso facendolo spumeggiare. Questo fenomeno scompariva quando, raggiunta la temperatura di + 150°, si teneva questa per alcun tempo stazionaria; allora il bagno rimaneva tranquillo.

Il risultamento dell'imbevimento dovea riuscire vario assai, non solo pei legni diversi, ma ancora pei prismi di ciascun legno. E ciò specialmente in dipendenza della varia struttura e diversità dei medesimi. Ho tuttavia ragione di credere che i risultamenti ottenuti, quanto alla quantità di materia bituminosa assorbita, non sieno stati esattamente svelati dalla bilancia, per la cagione più sopra accennata, che probabilmente alcuni legni non abbandonarono a + 100° tutta l'acqua igro-

scopica, la quale a temperature più elevate dovette venir discacciata: onde la differenza di peso accusata dalla bilancia dopo l'imbevimento dovette riescire inferiore alla vera, e da accrescersi di quel tanto che corrisponde all'acqua espulsa. Non altrimenti dovrassi spiegare l'anomalia di alcuni prismi, i quali, a vece di aumentare di peso, scemarono, come avvenne per la quercia, la quale dovette meno facilmente perder l'acqua a + 100°, ma forzatamente tutta la perdè a + 150°; ed inoltre come legno assai compatto non potè tanto assorbire di bitume da compensare la perdita dell'acqua, e presentare inoltre un incremento di peso.

Riassumo nel seguente quadro i risultamenti ottenuti.

PRISMI		Secchi	Imbevuti	Aumento di peso	Aumento p. °/o
Acero . . .	M	1162	1570	408	35. 11
„ . . .	R	1377	1790	413	29. 98
Platano . .	N	1300	1728	428	32. 92
„ . .	R	1300	1726	426	32. 00
Alno . . .	M	1089	1464	375	34. 44
„ . . .	R	1112	1504	392	35. 25
Frassino . .	M	1900	1905	5	0. 26
„ . .	N	1430	1556	126	8. 81
Quercia . .	M	1556	1542	— 14	» »
„ . .	N	1830	1723	— 107	» »
Noce . . .	M	1395	1687	292	20. 93
„ . . .	R	1440	1636	196	13. 61
Melo . . .	M	1517	1929	412	27. 15
„ . . .	R	1525	1934	409	26. 75
Larice . . .	N	1400	1393	— 7	» »
„ . . .	R	1355	1357	2	0. 14
Ciliegio . .	N	1127	1245	118	10. 47
„ . .	R	1055	1200	145	13. 74
Ipocastano .	N	1062	1710	648	61. 01
„ .	R	1066	1740	674	64. 16

Quanto all' abete ed al pioppo, per inavvertenza vennero, come già dissi più sopra, sottoposti all' imbevimento due prismi per ciascuno senza preventivo essiccamento.

Pell' abete s' introdussero nel bagno di bitume i due prismi M ed R:

pesavano: M gr. 1294
R „ 1034.

Dopo l'imbevimento il loro peso era:

M gr. 2485
R „ 2406.

L'accrescimento di peso fu:

per M gr. 1191
per R „ 1372.

Il prisma N, sottoposto all'essiccamento, da gr. 1163 si ridusse a 1070 colla perdita di gr. 93, ossia del 7, 99 %. Se si supponga che egual quantità d'acqua si contenesse nei due prismi sottoposti all'imbevimento, avrebbero dovuto essi per l'essiccamento ridursi da:

M gr. 1294 a gr. 1191,
R „ 1034 a „ 952:

e poichè 1191 diventò 2485, e 952 diventò 2405, così l'aumento fu pel primo di gr. 1294, e pel secondo di 1453; così l'accrescimento in peso sarebbe stato di 108 p. % pel primo, e pel secondo di 153 p. %.

Pel pioppo il prisma R che pesava gr. 1349, per l'essiccamento a + 100°, si ridusse a 1170. Esso perdette adunque del suo peso per acqua svaporata gr. 179, ossia 13,27 p. %. I due prismi M ed N pesavano: M gr. 1183, N 1145. Supponendo che contenessero 13, 27 % d'acqua essi pure, il loro peso avrebbe dovuto ridursi per l'essiccamento a

M gr. 1026
N „ 993.

Per l'imbevimento essi divennero:

M 1280 aumento gr. 254
N 1255 „ „ 262.

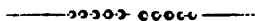
Essi crebbero pertanto M di 24, 75, ed N di 26, 38 per cento.

I risultamenti numerici ottenuti dimostrano all' evidenza quanto su questo modo d' imbevimento influisca la tessitura dei legni. Quelli che mostravano struttura più omogenea, quelli appunto furono che come per l' essiccamento vennero ad aver pesi od eguali, o molto vicini tra loro, così mostrarono accrescimenti di peso assai concordi; tali il melo, il platano, l' ipocastano. I meno omogenei si mostrarono discordi tanto nell' essiccamento, quanto nell' imbevimento; la proporzione di materia assorbita variò grandemente pei diversi legni, così che nissuna media dedotta dai numeri succennati potrebbe ritenersi di qualche valore. Sibbene si può scorgere dal quadro addotto, che i legni meno densi sono pur quelli che a tal metodo di imbevimento meglio si prestano: così il platano, l' alno, l' ipocastano e l' abete sopra gli altri. Cotesta differenza già si osservò nelle operazioni di forzata iniezione coi metodi Breant, Bethell, Leger, Fleury-Pyronnet, malgrado il soccorso validissimo della vaporizzazione, del vuoto, e quindi di una pressione ascendente a dieci atmosfere, ed a più forte ragione dovea mostrarsi in un imbevimento prodotto esclusivamente dalla pressione atmosferica. Non è a dubitarsi che una miglior penetrazione anche dei legni densi si potrebbe ottenere, quando si ricorresse ad una pressione maggiore; la qual cosa potrebbe praticarsi senza grave difficoltà, col solo tenere il bagno di bitume bastantemente fluido pel riscaldamento, nel qual caso basterebbe una temperatura di 100 gr. incirca.

Se non che parmi che nelle prove in grande che si volessero tentare, gioverebbe assai sottoporre i legnami ad una essiccazione preventiva a temperatura superiore a + 100°. In una officina sarebbe facile impiegare a tal uopo calori perduti, che bastassero a portare i legni a + 140° o + 150°; temperatura che ne altererebbe la tessiture. Così l' aria contenuta tra le fibre non recherebbe più ostacolo alla penetrazione, in qualunque maniera essa si voglia procurare.

Tuttochè per alcuni dei prismi la quantità della materia assorbita sia riuscita assai tenue, io spero tuttavia che la virtù antisettica della medesima, se vi è, si mostrerà efficace. In le-

gni imbevuti ad alta temperatura (+ 150°) debbono distruggersi i germi dei fermenti e degli animali roditori: se poi una sostanza idrofuga venga ad imbevere la parte anche solo superficiale della massa legnosa, nè l' acqua, nè l' aria, nè nuovi germi potranno penetrare a contatto della fibra quantunque non imbevuta, la quale verrà efficacemente preservata.

Ora i prismi preparati vennero posti (3 di Dicembre) in luogo dove soggiacciano alle ingiurie atmosferiche, alle vicende di umidore e di siccità; sepolti nel suolo a qualche decimetro di profondità, in un terreno ghiaioso permeabile, essi si troveranno nelle identiche condizioni nelle quali sono le traversine di una via ferrata. Accanto ad essi si posero i prismi non preparati. Sta ora al tempo il porre in evidenza se vera o no sia l'efficacia della materia antisettica adoperata e un anno almeno dovrà scorrere prima che si proceda all' esame dei legni confidati alla terra; ed in allora farò noto le ulteriori osservazioni che mi parranno degne di qualche conto.

IL TERMOMETROGRAFO A MASSIMA E A MINIMA; DEL SIG. MARCHI.

(Comunicazione del Dott. C. MARANGONI seguita da un nuovo metodo per correggere le temperature sotto zero degli errori derivanti dal non essere il tubo calibro).

Credo di far cosa utile facendo conoscere un nuovo termometrografo che è assai vantaggioso specialmente per le osservazioni meteorologiche.

Il sig. Marchi, a cui sono affidate le osservazioni meteorologiche alla Specola di Firenze, non sapendo rassegnarsi agli inconvenienti del termometrografo di Bellani, che fino allora aveva servito per le osservazioni delle temperature estreme, si mise in capo di costruirne uno che non lasciasse nulla a desiderare.

Sebbene il termometrografo Bellani sia generalmente abbandonato perchè molti altri sistemi assai migliori fossero stati immaginati, pure ognuno di questi non è esente da qualche difetto o inconveniente. Il termometrografo a massima di Negretti e Zambra per es. non dà che la temperatura massima e questa è poco sicura e poco esatta perchè la colonna di mercurio si avanza a piccoli salti ed è mobilissima, per cui se il tubo non è perfettamente orizzontale le scosse prodotte da un forte vento possono fare spostare assai la colonna e dare quindi una indicazione erronea. I termometri a massima e a minima Walferdin se hanno il vantaggio di una grande squisitezza hanno il torto di essere di un maneggio troppo delicato e quindi inadottabili per le ordinarie osservazioni meteorologiche.

Il termometrografo di Rutherford è buono per ciò che riguarda la temperatura minima, ma ha l'inconveniente che le indicazioni sono date dalla dilatazione dell'alcool, per cui le sue indicazioni non possono essere direttamente paragonabili a quelle del termometro a mercurio.

Ebbene il Marchi ha pensato di fare uno stromento che desse insieme la temperatura massima e la minima, mediante la dilatazione del mercurio; inoltre che gli indici registratori fossero così mobili da obbedire alla più piccola pressione e nello stesso tempo che non si avessero a spostare per qualunque altra causa esterna.

L'unita figura (*Tav. V.*) mostra come il tubo che parte dal serbatoio sia ripiegato in modo da giacere sempre orizzontalmente.

Il serbatoio e il tubo fino a un certo tratto A sono ripieni di mercurio, e per un altro tratto da A in B, il tubo contiene una colonnetta di un liquido trasparente nel quale si trovano immersi due indici di cristallo.

Per questa disposizione avviene che ricondotti gl'indici a contatto dei due estremi A e B di detta colonnetta mediante una calamita (poichè gl'indici di cristallo che sono cavi racchiudono un pezzetto di filo di ferro) quando la temperatura cresce, l'indice A è spinto avanti finchè si sia verificata la temperatura massima; l'indice B, invece è tirato indietro quando la temperatura diminuisce e si ferma quando sia raggiunta la minima.

Si vede adunque che il termometrografo Marchi è il rovescio di quello di Bellani, poichè questo è ad alcool e gl'indici sono mossi da una colonnetta di mercurio frapposto nel tubo; quello del Marchi invece è a mercurio e gl'indici sono mossi dai menischi dei due liquidi.

Per ciò si hanno i vantaggi che gl'indici sono galleggianti nel liquido, quindi mobilissimi; ma nello stesso tempo non possono subire spostamenti per cause esterne pel motivo che il tubo giace sempre orizzontale.

Il serbatoio ha pure una forma molto opportuna poichè è cilindrico e il diametro è la decima parte della lunghezza (le dimensioni ordinarie variano fra 8 a 10 millimetri di diametro e 8 a 10 centimetri di lunghezza.

Il tubo è molto capillare, ciò che soddisfa a due condizioni essenzialissime ad un tempo: 1. che il tubo giace orizzontalmente senza che il mercurio possa scorrere lungo il tubo, nè l'altro liquido possa frapporsi e suddividere la colonna di mercurio (ciò che avviene nel termometrografo Bellani quando non si tiene il tubo verticalmente). 2. Benchè il tubo contenga degli indici solidi pure l'estensione del grado non è inferiore a quella degli ordinari termometrografi (essendo di 2 a 3 millimetri) senza il bisogno di una grande massa di liquido termometrico. Il liquido poi che compone la colonnetta trasparente (la cui opportuna composizione è stato il risultato di numerosissime prove) ha il vantaggio di essere poco o punto volatile e di non rimanere aderente alla superficie del tubo quando pel raffreddamento si ritira, inconvenienti che esistono sempre negli ordinari termometrografi a minima.

È bene di rimarcare che nel termometrografo Marchi entrambe le scale procedono nello stesso verso (da sinistra a destra) a differenza di quelli del Bellani e di Rutherford nei quali le due scale procedono in verso opposto ciò che cagiona frequenti errori di lettura per distrazione degli osservatori.

Ad avvalorare tutti questi pregi aggiungerò che alla Specola di Firenze è posto in osservazione uno di questi termometrografi Marchi, e sono già 8 anni che funziona regolarmente senza aver mai presentato il minimo inconveniente.

Il Marchi aveva già trovato fino dal 1859 il principio del suo termometrografo; venne poi perfezionato e ridotto alla forma attuale nell'anno successivo.

Ma questo stromento ha una prerogativa che non ha nessun altro termometrografo; si può cioè correggere gli errori della scala del minimo per le temperature *sotto zero* senza altro bisogno che di verificare la scala per le temperature superiori a zero.

Ognuno sa infatti che le comparazioni dei termometri si fanno immergendoli assieme a un campione in un calorimetro ad acqua che si porta a diverse temperature; metodo che naturalmente si rifiuta per le comparazioni a temperature sotto zero, per cui fin'ora si è preferito di prendere le indicazioni

delle temperature minime quali eran date dalla lettura diretta senza curarsi di fare le necessarie correzioni derivanti tanto dal non essere il tubo càlibro, come dall'irregolare dilatabilità dell'alcool.

Ebbene, ecco come si possono fare le correzioni dei gradi negativi della scala del minimo.

Come indica la figura, la scala del massimo è disegnata al di sopra del tubo e quella della minima, al di sotto per evitarne la sovrapposizione. Supponiamo di aver riscontrato la scala del massimo dallo zero fino a quel grado che si trova dirimpetto allo zero della scala del minimo, e di aver formato una tabella per ottenere i *gradi corretti* del massimo.

Si comprende che, se la colonnetta A B del liquido trasparente non fosse dilatabile, l'estremità B si muoverebbe di altrettanto quanto fa l'estremità A cioè l'estensione del grado del termometrografo a minima sarebbe eguale a quella del termometrografo a massima. E ancora chiaro appare che i gradi corretti per la scala del minimo si otterrebbero trasportando sotto al tubo la scala corretta del massimo che sta superiormente, (*esattamente*, nel caso che lo zero della scala del minimo coincidesse con una divisione della scala del massimo). E si comprende infine che ogni divisione corretta *comune alle due scale* segnerebbe due temperature differenti su ciascuna di esse, e distanti di un numero di gradi uguale a quello compreso fra gli zeri delle due scale. Ma la colonnetta liquida è dilatabile e, com'è naturale, lo è più del mercurio; quindi per una data variazione di temperatura, il menisco B non si muoverà quanto il menisco A, ma di una quantità maggiore quant'è la variazione di lunghezza che si verifica nella colonnetta liquida; per cui i gradi della scala del minimo avranno una estensione un po' maggiore di quelli della scala del massimo.

Ma è facile dedurre la graduazione del minimo dalla scala corretta del massimo sapendo che ciascun grado della prima deve essere maggiore di ciascun grado della seconda di $l\delta$, dove l, indica la lunghezza della colonnetta liquida A B a zero, e δ, il respettivo coefficiente di dilatazione apparente. Per cui se a partire dallo zero del minimo contiamo il numero de' gradi del massimo al rovescio, e chiamiamo n questo numero di gradi, la scala corretta del minimo si ha aggiungendo a cia-

scuno grado della scala corretta del massimo il rispettivo prodotto $n\,l\,\delta$.

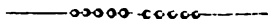
Questo metodo benchè non sia rigorosamente esatto, è più che sufficente pel caso pratico.

Pel valore di δ basta ritenere 0,00086 poichè le altre cifre non influirebbero che sui centesimi di grado ancora a temperature molto sotto allo zero.

Infatti la colonnetta liquida A B, ha in generale una lunghezza da 50 a 60 gradi, poniamo pure 60°; mettiamo di andare a 20° sotto zero e poniamo l'errore massimo che si può avere trascurando i milionesimi, che sarebbe di 0,00001. Il prodotto diventa allora:

$$60^\circ \times 20 \times 0{,}00001 = 0^\circ{,}012,$$

Dunque trascurando i milionesimi nel coefficente di dilatazione del liquido non si può avere un errore maggiore di 12 millesimi di grado anche a 20° sotto zero; approssimazione più che sufficente nella pratica. Nè è da supporsi il caso che un forte abbassamento di temperatura possa spostare tanto l'indice B da muovere dal suo posto l'indice A e perder così la massima precedente; poichè la lunghezza della colonnetta A B (che del resto potrebbe esser grande finchè si vuole) è di 50° a 60°; e, anche dedottavi la lunghezza dei due indici, è sempre sufficente per segnare la massima del giorno più caldo dell'estate, e la minima del giorno più freddo dell'inverno senza che un indice possa arrivare a toccare l'altro; per cui sono garantite non solo le temperature estreme diurne per quanto possan esser grandi le amplitudini, ma il detto stromento potrebbe dare, senza bisogno d'esser toccato, le estreme assolute dell'anno.

Il termometrografo Marchi merita davvero di essere conosciuto e diffuso massime per gli osservatori meteorologici nei quali si richiede, oltre alla sicurezza delle indicazioni dello stromento, il maneggio più semplice possibile.

RICERCHE SOPRA I DERIVATI DELL' ISATINA;

DI UGO SCHIFF.

(Estratto dal *Giornale di sc. nat. ed econ. di Palermo*, Vol. IV).

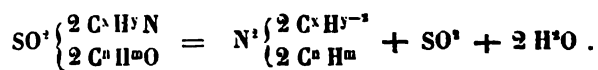
I solfiti e bisolfiti di certe basi organiche hanno la proprietà di combinarsi direttamente colle aldeidi e questi composti possono ottenersi tanto coi solfiti normali, quanto coi solfiti anidri. Il dissolvente che serve per la preparazione di tali composti è l' etere puro, nel quale i solfiti di parecchie basi sono discretamente solubili. Tutti questi composti colle aldeidi sono incolori, cristallini, insolubili nell' etere, ma solubili nell' alcool e nell' acqua, in quest' ultima però sotto forma di sale idrato. Sono stati analizzati i composti seguenti, i quali rinchiudono dei bisolfiti :

Acetilobisolfito d' anilina	SO^2, C^6H^7N, C^2H^4O.
Benzoilobisolfito d' amilamina	$SH^2O^3, C^5H^{13}N, C^7H^6O + H^2O$.
Valerilobisolfito d' amilamina	$SH^2O^3, C^5H^{13}N, C^5H^{10}O$.

Coi solfiti neutri sono stati preparati :

Benzoilosolfito d' anilina	$SO^2, 2\,C^6H^7N, 2\,C^7H^6O$.
Enantilosolfito d' anilina	$SO^2, 2\,C^6H^7N, 2\,C^7H^{14}O$.
Valerilosolfito d' anilina	$SO^2, 2\,C^6H^7N, 2\,C^5H^{10}O$.
Benzoilosolfito di toluidina	$SO^2, 2\,C^7H^9N, 2\,C^7H^6O$.

Questi corpi si decompongono a temperatura elevata e forma nodelle diamidi secondo l'equazione generale :

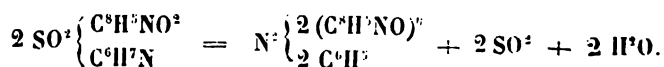
$$SO^2 \begin{cases} 2\,C^xH^yN \\ 2\,C^nH^mO \end{cases} = N^2 \begin{cases} 2\,C^xH^{y-2} \\ 2\,C^nH^m \end{cases} + SO^2 + 2\,H^2O\,.$$

Fino ad ora questi corpi sono stati ottenuti colle monamine primarie soltanto. I solfiti di coniina, chinolina, etilanilina, toluendiamina e di rosanilina non si combinano colle aldeidi.

I solfiti delle monamine primarie possono servire per constatare la funzione d'aldeide, come lo possono i solfiti metallici; ma queste due reazioni hanno lo stesso difetto, quello cioè di dare dei composti analoghi cogli acetoni. Nell'azione diretta delle basi organiche abbiamo però fatto conoscere un mezzo assai semplice per distinguere le aldeidi dagli acetoni.

Laurent, sottoponendo delle soluzioni alcaline d'isatina ad una corrente d'acido solforoso, ottenne nel 1842 una serie di sali nei quali egli credeva dover ammettere un acido isatosolforoso. Questi sali si preparano facilmente anco alla temperatura ordinaria coll'unione diretta dell'isatina coi bisolfiti alcalini ed essi hanno una certa rassomiglianza coi composti corrispondenti delle aldeidi e degli acetoni. Partendo da questo modo di vedere si è fatto agire l'isatina sopra i bisolfiti di alcune basi organiche, colle quali difatti essa si combina direttamente, facendo nascere dei composti analoghi ai seguenti :

Isatobisolfito d'anilina	SO^2, C^6H^7N, $C^8H^5NO^2$
Isatobisolfito d'amilamina	SO^2, $C^5H^{13}N$, $C^8H^5NO^2$.

Questa reazione peraltro fu verificata per la toluidina e per l'etilamina, ed in tutti questi casi si ottennero dei sali incolori cristallini, i quali hanno le stesse proprietà fisiche e chimiche come i derivati analoghi delle aldeidi. L'isatosolfito d'anilina p. es. si decompone ad alta temperatura in parte secondo l'equazione :

$$2\,SO^2 \begin{cases} C^8H^5NO^2 \\ C^6H^7N \end{cases} = N^2 \begin{cases} 2\,(C^8H^3NO)'' \\ 2\,C^6H^5 \end{cases} + 2\,SO^2 + 2\,H^2O.$$

I derivati dell'isatina in tal modo ottenuti, rassomigliano alle diamidi formate colle aldeidi, come pure i derivati ammoniacali dell'isatina preparati da Laurent rassomigliano alle idramidi.

Il residuo bivalente C^8H^5NO dell'isatina può sostituire l'idrogeno tipico delle basi organiche nello stesso modo, come lo possono i residui delle aldeidi. Coll'azione dell'amilamina e dell'etilanilina si ottenne p. e. i composti:

$$N^2\begin{cases} C^8H^5NO \\ C^8H^5NO \\ 2\,C^5H^{11} \end{cases} \qquad\qquad N^2\begin{cases} C^8H^5NO \\ 2\,C^6H^5 \\ 2\,C^2H^5 \end{cases}$$

Amilimesatina | Etilofenilimesatina

composti che cristallizzano difficilmente in piccole scagliette gialle e si decompongono cogli acidi in isatina e base organica. Coll'acido solforoso si trasformano in parte in isatobisolfiti.

Aggiungiamo a queste proprietà dell'isatina ancora quella di unirsi direttamente coll'idrogeno nascente e troveremo che l'isatina, benchè corpo azotato e cristallizzato, ha la funzione di aldeide. La discussione delle reazioni dell'isatina conduce alla formola costituzionale:

$$C^6H^4\begin{cases} N = C = O \\ CHO \end{cases}$$

e da questa si deriva un residuo bivalente $C^6H^4\begin{cases} N\,.\,CO \\ C\,H \end{cases}$ analogo all'etilidene. Partendo da questa formola si riesce a sviluppare delle formole le quali mettono ad evidenza la correlazione tra i derivati ammoniacali e tra i derivati di riduzione dell'isatina. Queste formole in parte si riferiscono a dei tipi più condensati. Le correlazioni espresse colle formole date nella Memoria sono capaci di essere confermate per mezzo di alcune trasformazioni p. e. mediante la trasformazione dell'isamamide in isatimide coll'azione della stessa isatina sulla prima di queste sostanze. Tale trasformazione è di fatti riuscita.

GLI AXOLOTL RECATI PER LA PRIMA VOLTA IN NAPOLI; NOTA DEL PROF. P. PANCERI.

Nel Gennajo 1864 il Museo di Storia Naturale di Parigi ebbe in dono dalla Società di Acclimatazione sei axolotl viventi pervenuti dal Messico. Verso la fine del Dicembre dello stesso anno e sul principio di Gennajo del 1865 fu facile al ch. Professore Augusto Dumeril di distinguerne uno che pel volume crescente del ventre e pel gonfiamento delle labbra della cloaca si appalesò per femmina gestante. Gli altri cinque erano maschi, nè, avvicinandosi l' epoca degli amori, manifestarono alcun cangiamento siccome sogliono presentarne i comuni tritoni. Alli 18 Gennajo cominciarono gli amori così che i maschi deposero grumi di sperma circondati da una capsula mucosa ed alli 19 la femmina cominciò a deporre le uova che fissava coll' ajuto delle estremità posteriori ai corpi che trovavansi sommersi nell' acquario.

Alli 6 Marzo dello stesso anno nuovi amori, nuova deposizione di uova; nel 1866 la stessa femmina depose le uova cinque volte, e nell' anno scorso, sino a Luglio, due volte. La numerosa progenie avuta così a diverse riprese, dopo sette ad otto mesi, acquistò successivamente l' aspetto e le dimensioni de' genitori.

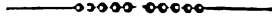
Sino a quel tempo gli axolotl, per cagione della loro ripro-

duzione allo stato di animali branchiati, avevano infirmati i sospetti già da molti naturalisti concepiti circa la loro possibile trasformazione, se non che alcuni dei figli educati al Museo, destando grande meraviglia, vennero a mutarsi, dopo aver perdute le branchie e le creste dorsali e della coda, in una forma di urodelo adulto che il signor Dumeril descrisse accuratamente e riferì al genere *Amblystoma* già noto ai naturalisti americani per differenti specie. Fu così che sciolto il problema; l'axolotl non è più il *Siredon pisciformis* perennibranchiato, ma semplicemente una larva, un girino, che però è capace di riprodursi, il qual fatto si lega mirabilmente a quell' altro del *Triton alpestris* che De Filippi scoperse in possesso di organi genitali maturi durante lo stato larvale.

Sei coppie degli axolotl del Museo di Parigi furono donate dal signor Dumeril nell' anno scorso al ch. Professore Alessandro Kowalevski della Università di Kasan il quale, recandosi in Napoli per continuare i suoi studii embriologici, li portò seco, e nello scorso febbrajo fummo testimoni della loro riproduzione così che dalle tre femmine si ebbero più di 1500 uova che si svilupparono regolarmente. Il numero considerevole di nati fece sì che si pensasse alla loro naturalizzazione nella idea di far cosa utile popolando alcune località di animali tanto interessanti per gli studiosi, e che nello stesso tempo forniscono vivanda che al Messico si ritiene prelibata.

Per tanto alli 4 di questo mese ponemmo nelle vasche del R. Orto botanico e nel giorno seguente nei laghi di Agnano e di Averno larve lunghe un centimetro e vivacissime, e precisamente nelle quantità seguenti:

Vasche piccole laterali al viale principale	25 25
Vasca mediana	103
Vasca del boschetto	100
Nell' altra attigua	97
Lago di Agnano	100
Lago di Averno	300
	750

Nella probabilità che presto il lago di Agnano sia prosciugato preferimmo abbondare nell' altro più remoto ma più tranquillo e profondo. Questa progenie che dal mio egregio amico e da me fu resa così allo stato naturale, speriamo troverà le condizioni opportune per la moltiplicazione, tanto più che gli Axolotl non hanno d'uopo anche negli acquarii di cure speciali e volentieri si riproducono; in ogni caso renderò conto in prosieguo dell' esito di questo tentativo.

INTORNO AL MAGNETISMO TRASVERSALE DEL FERRO E DELL' ACCIAIO; RICERCHE DEL DOTT. EMILIO VILLARI, PROFESSORE NEL R. ISTITUTO TECNICO DI FIRENZE.

I.

Di una corrente meccanica o di scuotimento.

In un mio precedente lavoro (1) facevo osservare, che se si batte vigorosamente una verga di ferro, dopo essere stata percorsa da una forte corrente elettrica nel senso della sua lunghezza, si produce nella verga stessa una nuova corrente elettrica, che ha la medesima direzione della prima. Circa la natura di questo fenomeno, nel citato lavoro, mi limitavo semplicemente a dire, che una tale corrente poteva o no essere di natura elettro-magnetica. Intanto un esame più minuto ed accurato di un simile fenomeno mi parve necessario, ed avendolo intrapreso, sono arrivato a dei risultati degni di una qualche considerazione, e che perciò mi permetto qui di esporre brevemente.

Per istudiare di nuovo i fenomeni, di cui è parola nel citato lavoro, fissai sopra una lunga tavola, per mezzo di due forti morsetti in legno, sostenuti da due piedi corrispondenti,

(1) *Nuovo Cimento*, T. XX.

un'asta di ferro lunga 2 metri e grossa 15^{mm}. La tavola e la sbarra erano poste perpendicolarmente al meridiano, magnetico per evitare così ogni induzione terrestre perturbatrice sui risultati della esperienza. La sbarra poi mediante due grossi fili di rame rivestiti di seta ed attorti insieme, veniva messa in comunicazione con una pila di 5 a 10 grandi elementi alla Bunsen; la corrente della quale poteva essere invertita nella sbarra, con l'aiuto di un commutatore a mercurio introdotto nel circuito. Inoltre due altri fili di rame, rivestiti di seta e parimenti attorti tra loro, mettevano in comunicazione gli estremi della sbarra con un galvanometro a specchio, posto a circa 3 metri di distanza dall' asta. Questo secondo circuito, nel quale era contenuto il galvanometro, veniva interrotto per mezzo di un interruttore a mercurio, tutte le volte che si faceva passare la corrente della pila per la verga.

Il galvanometro a specchio era secondo la costruzione di Wiedmann ed era guardato da un cannocchiale posto in prossimità della sbarra, in maniera che potevo sperimentare su questa e tener d'occhio il galvanometro nel medesimo tempo. Il galvanometro era reso astatico il più completamente possibile per mezzo di una grossa sbarra magnetica situata al di sotto di esso.

Disposto così tutto in ordine, la sbarra, il galvanometro ed il cannocchiale, feci attraversare la sbarra da una corrente elettrica di 5 elementi Bunsen, e quindi interrotto il circuito della pila, feci comunicare il galvanometro con la sbarra; la quale battuta faceva deviare il galvanometro così, da ottenere in millimetri le deviazioni seguenti :

1.ª Esper. Battendo la verga il galvanometro devia di $+ 20^{mm}$
2.ª „ „ „ $- 20$

La seconda esperienza fu eseguita, dopo aver fatto passare per la sbarra la corrente in direzione contraria a quella della prima esperienza.

La corrente adunque, potremo dire, che si ottiene battendo una verga di ferro (*corrente* che per brevità chiameremo *meccanica* o di *scuotimento*) dopo essere stata percorsa da una

forte corrente elettrica; si inverte con la direzione della corrente della pila.

Questa corrente di scuotimento ha altresì la medesima direzione della corrente primitiva: come si può facilmente dimostrare se, dopo aver notata la direzione della corrente primitiva si riscalda il punto di unione del filo di rame del galvanometro con l'asta di ferro; poichè così si produrrà una corrente termoelettrica di direzione nota, che osservata nella sua direzione al galvanometro, potrà servire a far conoscere quella della corrente meccanica.

Questa corrente di scuotimento intanto non varia se si fa passare la corrente primitiva per un solo istante, o per più tempo, o anche per più volte, lungo la verga; ed invece la intensità di essa corrente meccanica aumenta sensibilmente se si ha cura di scuotere la sbarra, battendola ripetute volte, durante il passaggio per essa della corrente della pila. Le esperienze che dimostrano un tale aumento della corrente meccanica sono qui sotto citate. I numeri corrispondono alle deviazioni galvanometriche misurate in millimetri.

1.ª	Esperienza.	Corrente primitiva (1) chiusa per un solo istante. Corrente meccanica (2). . .	— 16
2.ª	„	Corrente primitiva chiusa per 3' minuti. Corrente meccanica	— 17
3.ª	„	Corrente primitiva interrotta più volte. Corrente meccanica	— 16
4.ª	„	Battuta la sbarra durante il passaggio della corrente primitiva. Corrente meccanica	— 50
4.ª bis	„	Invertita la direzione della corrente primitiva	+ 50

È bene intanto di avvertire, che la intensità e la rapidità

(1) Chiamo per brevità *corrente primitiva* quella della pila, che passa per la sbarra.

(2) Per corrente meccanica s'intende, come più sopra è detto, quella che si ottiene battendo ripetute volte la sbarra.

con la quale si batte la sbarra, ha molta influenza sui risultati delle esperienze; per cui bisogna, a voler fare delle esperienze comparative, battere la verga, il più che è possibile, sempre nel medesimo modo.

Tali correnti inoltre si ottengono, a parità di condizioni, più forti col ferro ricotto, che col ferro incrudito; nulladimeno si ottengono anche con questo, ed eziandio con l'acciaio temperato: col quale ultimo però è necessario di adoperare un galvanometro molto sensibile per osservarle. Così sperimentando con un'asta d'acciaio duro lunga $2^m,30$ e grossa 5^{mm}, potetti ottenere una corrente di scuotimento di 20 o 30^{mm} ad un galvanometro a specchio molto sensibile. Esso galvanometro era formato dal galvanometro ad aghi astatici del termo-moltiplicatore reso più sensibile con l'aggiunta di un leggerissimo specchio, che veniva osservato al solito con un buon cannocchiale.

Le correnti di cui si tratta possono ottenersi ancora per semplice induzione. Ed in effetti se si fa passare la corrente della pila per un filo isolato nell'interno di un tubo di ferro, esso è messo in condizioni opportune per dare la solita corrente di scuotimento, quando si batte fortemente il detto tubo: ed inoltre la detta corrente si può risvegliare ancora nel filo internamente isolato, se si batte il tubo dopo che fu percorso dalla corrente primitiva, e finalmente si comprende che si può ottenere altresì la stessa corrente meccanica se si fa passare la corrente primitiva pel filo interno al tubo, quindi s'interrompe, si fa comunicare il detto filo col galvanometro, e poscia si batta il tubo; allora il galvanometro devierebbe per la corrente che si svilupperebbe nel filo interno. In tutti questi modi coi quali si ottiene la corrente meccanica è da notare, in primo luogo che essa ha sempre la medesima direzione della corrente primitiva; ed in secondo che essa è sempre molto più forte se si ha la cura di scuotere il tubo quando si trova sotto l'azione della corrente primitiva. A conferma di quanto si è detto dò qui appresso qualcuno frai molti risultati da me ottenuti: ed avvertirò, che tra l'una esperienza e l'altra il tubo fu tutte le volte sottoposto all'azione della corrente della pila, sia direttamente, facendola passare pel tubo, sia indirettamente facendola passare pel filo interno ad esso; e sempre durante una tale azione il tubo

veniva fortemente percosso. I numeri trascritti corrispondono al solito alle deviazioni del galvanometro misurate in millimetri sulla scala.

1.ª Esperienza.	La corrente della pila passò pel filo interno. Galvanometro comunica col tubo. Corrente meccanica	+ 80
bis „	. . . .	+ 110
Id.	Dopo invertita la corrente primitiva .	— 70
Id.	Il tubo non fu battuto passando la corrente primitiva	+ 35
2.ª Esperienza.	La corrente passò pel tubo, il galvanometro comunica col filo interno. Corrente meccanica.	+ 80

Riguardo alle condizioni poi che possono far variare la intensità della corrente di scuotimento, bisognerà mettere in prima linea la intensità e celerità con la quale si batte la sbarra: bisogna considerare poi la natura della sbarra, chè come si disse si ottengono, *cœteris paribus*, correnti più forti col ferro dolce che con quello incrudito e meno ancora con l' acciaio. La grossezza del filo vi influisce per più cagioni: ed in prima, con fili molto sottili come con corde da piano-forte, il fenomeno manca quasi affatto: ed eziandio con sbarre molto grosse il fenomeno è anche poco apprezzabile; forse perchè più difficilmente si scuotono, e forse anche perchè la corrente diffondendosi sopra un più gran conduttore può meno facilmente influenzarlo tutto fortemente, come quando passa per un' asta più sottile. Sperimentando invece con un filo di ferro da telegrafo ottenevo battendolo delle correnti assai forti e tali da far uscire facilmente la scala dal campo del cannocchiale; mentre che con le sbarre più grosse, adoperate di sopra, le deviazioni si limitavano a 100^{mm} o poco più.

Queste correnti meccaniche spariscono dopo i primi scuotimenti, ed è necessario per riottenerle di scuotere di nuovo e più fortemente, fino a che poi esse spariscono completamente. In tal caso bisognerà far ripassare per la verga la corrente della pila, ed apparecchiarla così per una nuova esperienza.

Prima di procedere più oltre parmi necessario di indicare l'origine di una tale corrente meccanica, poichè allora tutti gli altri fenomeni che verrò descrivendo si potranno intendere e coordinare tra loro più agevolmente.

Intorno alla natura adunque di queste correnti possiamo dire senza tema di errare, che esse dipendono da una induzione magneto-elettrica.

Ed invero, una corrente elettrica nel passare pel centro di un anello o di una lastra di acciaio, per mezzo di un filo posto perpendicolarmente ad esse, v' induce, come è noto, magnetismo trasversale; di maniera che se la lastra o l' anello si dividessero per mezzo, i bordi che erano a contatto si mostreranno dotati di polarità magnetica contraria, e quale l' avrebbero acquistata, se separatamente fossero state sottoposte all' azione della corrente. Lo stesso magnetismo trasversale si risveglia in un filo od in un tubo di ferro o di acciaio quando sono attraversati da una corrente elettrica secondo la loro lunghezza; magnetismo che solo si mostra quando si separa o si divide il tubo longitudinalmente. È conosciuto altresì che quando l' asse di una verga magnetica forma un cerchio chiuso sopra sè stesso, essa allora non potrà esercitare all' esterno nessuna azione, nè magnetica nè elettro-magnetica, qualora i momenti magnetici di tutte le particelle che si succedono sono tutti eguali tra loro; cioè quando tutte sono sottoposte ad eguale forza magnetizzante. Così un cerchio di ferro inviluppato intorno intorno da un filo di rame rivestito di seta, non mostra all' esterno alcuna azione, quando si fa passare una corrente pel filo di rame.

Lo stesso deve accadere ed accade di fatti nel caso del magnetismo trasversale, risvegliato in un' asta di ferro, percorsa nel senso della sua lunghezza: giacchè in questo caso l'asta non si mostra magnetica esternamente. La corrente elettrica nel percorrere la verga di ferro ne dispone le molecole analogamente a quello che farebbe una spirale magnetizzante in un elettro-magnete; a meno che nell' elettro-magnete gli assi magnetici delle particelle sono disposte parallelamente o quasi parallelamente all' asse della calamita, e nel caso del magnetismo trasversale gli assi magnetici delle particelle sono disposte per-

pendicolarmente all' asse medesimo. Questo modo intanto di comprendere l' azione di una corrente elettrica che passa per un filo è stato anche confermato da alcuni esperimenti del Wiedmann (1) sulla polarità magnetica sviluppata in una verga di ferro che si torce quando è percorsa da una corrente elettrica od anche dopo il detto passaggio.

Questo magnetismo trasversale risvegliato così per l' azione di una corrente elettrica rimane anche dopo la interruzione di detta corrente, e tanto meglio, in quanto che le molecole disposte magneticamente dall' azione della corrente formano un cerchio chiuso. Le azioni meccaniche, come gli scuotimenti, debbono far perdere, in gran parte almeno, alla verga il suo magnetismo facendo ritornare le particelle del ferro verso la loro pristina posizione. Ed è in questo spostamento appunto delle particelle che si produce la corrente meccanica di cui più sopra è detto.

La direzione della corrente meccanica adunque deve evidentemente dipendere da quella della corrente primitiva, e deve avere inoltre la medesima direzione sua. Egli è infatti conosciuto che una corrente elettrica che si allontana da un circuito chiuso induce in questo una corrente elettrica della stessa direzione di quella che si allontana. E siccome la corrente elettrica della pila nel passare lungo la verga ne dispone le correnti elementari secondo la sua propria direzione e più o meno parallelamente all' asse della verga: così ne segue, che quando queste si allontanano da tale parallelismo debbano indurre nella verga delle correnti della loro medesima direzione e quindi della direzione della corrente primitiva.

Così adunque intesa l' origine della corrente meccanica sarà facile darsi ragione delle particolarità tutte dei fenomeni precedentemente descritti, non che di quelli che ci rimangono ad esporre.

Ed in prima è chiaro che la corrente meccanica deve essere istantanea ed ottenersi solo quando col battere la verga se ne distrugge il suo magnetismo. Si comprende altresì che tale corrente debba ottenersi più distinta e più intensa col ferro ri-

(1) Wiedmann, *Galvanismus und elektromagnetismus*, Bd. II. p. 453. 1863.

cotto che con una verga di acciaio. Ed inoltre, poichè si può indurre magnetismo trasversale in un tubo, sia facendolo direttamente percorrere da una corrente, sia facendo passare la corrente per un filo isolato internamente ad esso, ne segue che la corrente meccanica si risveglia nel tubo anche quando questo fu semplicemente magnetizzato da una corrente passante pel suo centro. È chiaro altresì che si debba ottenere anche la corrente meccanica nel filo centrale, quando si batte il tubo, essendo in tal caso la corrente meccanica una vera e propria corrente elettro-magnetica indotta, dovuta allo smagnetizzarsi della sbarra.

Giova intanto notare che un filo messo esternamente al tubo od all' asta di ferro ha piccolissima forza di magnetizzare l' asta di ferro per cui le esperienze su accennate eseguite col filo posto esternamente o non riescono affatto, o sono poco discernibili, come osservai con un filo teso esternamente al tubo. Avendo eziandio inviluppata l' asta di ferro con un grosso tubo di rame, lungo circa un metro e 5 o 6 centimetri di luce interna, non ottenni in esso, battendo l' asta di ferro, alcuna corrente apprezzabile al galvanometro che adoperavo.

Questa osservazione mi rese possibile di aumentare di molto la intensità della corrente meccanica. Ed invero a volere aumentare la intensità della corrente meccanica bisogna, come è naturale, aumentare la lunghezza del filo sul quale si opera onde aumentare la induzione su di esso. Ed è in questo modo che io sono riuscito ad ottenere delle correnti molto più forti delle precedenti con l' adoperare un lungo filo di rame ricoperto di guttaperca e ripiegato solo tre volte internamente ed esternamente al tubo, in maniera da farne così quasi una calamita cilindrica ad un dipresso come quella di Joule. In tal caso si può adoperare il filo per magnetizzare il tubo e questo per ottenere le correnti meccaniche, mettendolo in comunicazione col galvanometro: od invece si può far passare la corrente della pila pel tubo, e riunire il filo col galvanometro per osservare nel filo la corrente meccanica prodotta per induzione. In entrambi i casi la corrente meccanica od indotta è sempre assai più forte che nei casi precedenti, imperciocchè nel primo caso il magnetismo trasversale del tubo è molto maggiore che nei casi antecedenti; e nel secondo la induzione sul filo è più forte perchè si eser-

cita sopra un filo più lungo. E questo si può rilevare dai dati seguenti:

La corrente di 5 el. B. passò pel tubo che si battette. Il galvanometro comunica col filo isolato e che passa nel tubo

una volta		*tre volte*	
Corrente meccanica	— 80	Corrente meccanica	— 230
invertito il magnetismo trasversale del tubo			
Id.	+ 90	Id.	+ 230

Magnetizzando invece l'asta per mezzo del filo più volte ripiegato nel tubo la corrente meccanica che si produceva in esso col batterlo era tale che facilmente portava la scala fuori il campo del cannocchiale. Questo fenomeno è completamente simile a quello che si ha col magnetismo ordinario. Anzi qui potremmo aggiungere, come è naturale il supporre, che ad ogni fenomeno di magnetismo ordinario ne corrisponde uno analogo di magnetismo trasversale. Ed invero se si batte la verga di ferro quando è percorsa da una corrente elettrica, il suo magnetismo trasversale aumenta, come avviene anche col magnetismo ordinario; per cui la corrente meccanica di scuotimento che si ottiene di poi risulta più forte, che se non si fosse battuto il tubo durante la sua magnetizzazione. Questo aumento di magnetismo trasversale è altresì indicato direttamente da una corrente d'induzione. Ed in vero se si fa comunicare il galvanometro con un tubo di ferro attraversato nel senso della sua lunghezza da un filo internamente isolato, e percorso da una corrente di varie pile, si osserverà deviare il galvanometro quando si batte il tubo, per effetto di una corrente che lo percorre in senso opposto a quello che passa pel filo ed alla corrente di scuotimento più sopra studiata. Questa è una nuova corrente di scuotimento che corrisponde chiaramente ad un aumento di magnetismo trasversale, mentre la precedente corrisponde invece ad una diminuzione del medesimo magnetismo. Qui appresso son riportati i risultati di due tra le diverse esperienze eseguite da me in proposito.

La corrente di 8 B. passa pel tubo. Il galvanometro comunica col filo isolato nel tubo: battendo questo . — 500
Battendo il tubo dopo interrotta la corrente della pila. + 457

Tutti i fenomeni precedentemente descritti si possono ottenere perfettamente con qualunque altra maniera di scuotimento; ed in effetti essi si riproducono completamente per mezzo della torsione, in quanto essa opera come un puro e semplice scuotimento meccanico. Laonde le correnti di scuotimento che si ottengono con la torsione sono affatto indipendenti dal senso della torsione, e si ottengono egualmente sia torcendo sia storcendo un filo stato torto precedentemente. Esse correnti così prodotte crescono un po' con l' angolo di torsione e con la rapidità con la quale si esegue, sono più forti col ferro dolce che col ferro duro e con l' acciaio, e spariscono dopo un certo numero di volte che si è torta la verga. Se intanto si torcesse la sbarra in senso opposto, o la si torcesse di un angolo maggiore che la prima volta, la corrente riapparirebbe di nuovo, per poi scomparire completamente e per sempre; a meno che non si faccia di nuovo attraversare la sbarra dalla corrente della pila. Ecco alcune esperienze fatte con un' asta di ferro di 2 metri di lunghezza e di $2^{mm},5$ di grossezza che veniva successivamente percorsa da una corrente di 8 el. B.: tale asta comunicava direttamente col galvanometro.

1.° Torcendo la sbarra da 0° a 90° a destra . + 214
da 90° destra a 90° a sinistra . + 125

2.° Passata di nuovo la corrente:

Torcendo da 0 a 90 destra. . . . . . . + 260
Da 90 a destra a 90 a sinistra . . . . . + 23

3.° Passata di nuovo la corrente nella pila in senso inverso:

Torcendo da 0 a 90 destra. . . . . . . — 260
Da 90 destra a 90 sinistra . . . . — 90

Dopo molte torsioni e detorsioni in un senso e nell'altro si manifestano in generale delle correnti dipendenti dal senso della torsione, e che perciò s'invertono col cambiare della sua direzione. Tali correnti sono di natura complessa. Già il Matteucci (1) ha osservato che se si magnetizza con una spirale una verga di ferro comunicante coi suoi estremi con un galvanometro, e quindi la si torce in diverse direzioni, il galvanometro indicherà delle correnti che dipendono per la loro direzione dal senso della magnetizzazione e da quello della torsione. Il Wiedmann (2) osservò poscia che se si torce un filo di ferro durante, o dopo il passaggio di una corrente pel medesimo, esso si magnetizza con una polarità dipendente dal senso della corrente e da quello della torsione. È chiaro adunque che siccome il filo si magnetizza per effetto della terra, quando non è perfettamente perpendicolare al meridiano magnetico, così ne segue che la torsione debba produrre una corrente debolissima sì, ma pure osservabile ad un buon galvanometro, come era quello che adoperavo: e tale corrente varia naturalmente col senso della torsione e della inclinazione del filo verso il meridiano magnetico. Nel caso poi che la verga fosse perfettamente perpendicolare al meridiano magnetico, si osserveranno con la torsione, delle correnti assai più deboli, e che possono ripetere la loro origine, forse dal magnetismo indotto nella verga per effetto della sua torsione dopo essere state percorse da una corrente elettrica. Laonde è difficile torcere un filo senza che in esso non si sviluppi una corrente elettrica, sempre dovuta ad una maniera o ad un'altra d'induzione magneto-elettrica.

II.

Influenza del magnetismo trasversale sulla torsione.

Nel medesimo modo che il magnetismo trasversale resta modificato dalle azioni meccaniche, alcune tra esse possono ezian-

(1) Matteucci, *Ann. de Phy et de Chim.* T. LIII, p. 385, 1858.

(2) Wiedmann, *Galvanismus und Elektomagnetismus*, B. II, p. 453, 1863.

dio nei fili esser prodotte dal magnetismo trasversale; e ciò in completa analogia con modificazioni simili prodotte dal magnetismo ordinario. Il Wiedmann (1) già osservò che il passaggio di una corrente per un filo di ferro magnetizzato da una spirale lo torceva in una direzione dipendente dalla direzione della corrente e dal senso della magnetizzazione. Questa medesima torsione l'Autore la osservò anche coi fili magnetizzati semplicemente dalla terra od in un altro modo qualunque. Io ho fatto una serie di esperimenti con dei fili magnetizzati dalla terra e sono arrivato completamente ai medesimi risultati che il Wiedmann ha ottenuti coi fili magnetizzati dalle spirali, e ne farò quindi una brevissima esposizione; tanto più che questi fenomeni dopo lo studio del magnetismo trasversale esposto più sopra si collegano strettamente con esso.

I fili sui quali sperimentai erano lunghi oltre i due metri, sostenuti in alto da un morsetto fissato al muro, e stretti in basso con viti in un dado di ottone cilindrico; il quale era continuato in basso con un'asta d'ottone che serviva a sostenere delle grosse girelle di piombo per tendere il filo e per comunicare con la sua estremità con un pozzetto a mercurio onde far passare la corrente pel filo. Il dado inoltre portava un cerchio d'ottone che serviva a reggere uno specchio, il quale poteva girare intorno intorno al dado, ed inclinarsi più o meno all'orizzonte onde potersi sempre disporre di faccia ad un cannocchiale munito della sua scala. Osservando nel cannocchiale la immagine della scala nello specchio attaccato al dado, si potevano misurare le torsioni ingenerate nel filo quando veniva traversato da una corrente elettrica. Il cannocchiale era a circa 3 metri dallo specchio. Alcuni tra i molti risultati ottenuti sono registrati nella seguente tavola.

(1) Wiedmann, *Galvanismus und Elektromagnetismus*. Bd. II, s. 445. 1863

GROSSEZZA del filo adoperato	DIREZIONE della corrente nel filo	TORSIONE del filo in millimetri misurata col canocc.	NUMERO delle pile adoperate
2mm	Discendente	— 30mm	8 el. Bunsen
	Interrotta	— 21	
	Ascendente	+ 45	
	Interrotta	+ 34	
0mm45	Discendente	— 72	8 el. Bunsen
	Interrotta	— 31	
	Ascendente	+ 114	
	Interrotta	+ 61	
	Discendente	— 100	

Dalle esperienze su riferite s' inferisce che una corrente discendente lungo un filo lo torce così, che la sua estremità libera inferiore piega secondo l' indice di un orologio, quando il filo si guarda dall' alto al basso: la corrente ascendente torce il filo in direzione opposta: od in altri termini; quando la corrente entra pel polo nord (1) del filo esso polo, guardato di rimpetto, si torce come l' indice di un orologio, ed in senso opposto quando la corrente esce pel medesimo polo nord.

Questa torsione è dovuta ad un' azione particolare e vicendevole tra il magnetismo preesistente nel filo ed il magnetismo trasversale che la corrente induce nel filo; imperciocchè se il filo sul quale si fa l' esperienza non è magnetizzato, la torsione si riduce solamente a qualche divisione della scala od anche a meno. Ed invero avendo situato un filo normalmente al meri-

(1) Si sa che un filo di ferro ricotto e teso verticalmente si magnetizza per effetto del magnetismo terrestre in modo da avere un polo nord (pel nostro emisfero) in basso ed un polo sud in alto.

diano magnetico e teso con dei pesi non ho potuto vedere al passaggio della corrente pel filo nessuna torsione sicura riferibile al passaggio della corrente per esso.

La torsione prodotta dalla corrente cresce col crescere della corrente fino ad un certo limite massimo, il quale si raggiunge più presto coi fili sottili che con quelli più grossi (1): dopo un tale limite l'aumento della corrente produce invece una torsione minore; forse per effetto del calorico che interviene a riscaldare i fili. Ecco i numeri che confermano una legge simile.

GROSSEZZA dei fili	NUMERO delle pile	DEVIAZIONE della bussola dei seni	SENO di deviazione	TORSIONE del filo misurata al cannocchiale
09	1 el. B.	14°	0,242	45
	2	23	0,391	74
	3	26	0,438	93
	4	29	0,485	113
	5			150
	6	32,30	0,537	139
2mm	1	14,6	0,244	97
	2	24	0,407	41
	3	28	0,469	62
	4	32,30	0,537	66
	6	33,45	0,555	68

Spesso si osserva coi fili che si adoperano la prima volta che essi, abbenchè si torcano pei passaggi successivi della cor-

(1) È bene di osservare che il magnetismo trasversale deve nei fili avere un massimo di intensità, od un *punto di saturazione*, il quale, come appunto avviene sul magnetismo ordinario, si deve raggiungere più facilmente nei fili sottili che nei fili grossi.

rente nei sensi indicati di sopra, tuttavia la torsione in una direzione va sempre aumentando fino anche ad arrivare alcune volte a portare lo specchio fuori il campo del cannocchiale. Tale torsione che è in diverso senso coi diversi fili, aumenta fino ad un certo limite, dopo il quale il fenomeno dovuto ai successivi passaggi della corrente si manifesta come all' ordinario. Egli è forse possibile che tale fenomeno sia dovuto ad una torsione preesistente, e che più o meno si produca nei fili quando si svolgono dalla matassa. Comunque sia di ciò, è certissima cosa che la corrente elettrica nel passare lungo un filo di ferro stato precedentemente torto, lo detorce in parte, come avverrebbe per l' azione di una spirale magnetizzante, o per una scossa meccanica qualunque; ed in genere la detorsione è maggiore se maggiore fu la torsione.

Per eseguire queste esperienze misi al disotto del filo un disco di cartone diviso di 5 in 5° ed attaccai al filo un indice che scorrendo sul disco, serviva così a misurare la torsione permanente che s' impartiva al filo. Lo specchio poi era così attaccato al dado, che poteva girare e porsi sempre di faccia al cannocchiale. Nella seguente tabella ho indicato col segno — i gradi di torsione prodotti meccanicamente nei fili, e col segno + i millimetri di detorsione del filo misurati al cannocchiale, e prodotti dal passaggio della corrente lungo il filo. I fili adoperati furono tutti perfettamente ricotti.

Filo di ferro di 2^{mm} di diametro.

NUMERO di ordine	NUMERO delle pile	GRADI di torsione	DIREZIONE della corrente	TORSIONE in millimetri prodotta dalla corrente	TORSIONE nel filo stesso non stato torto
1.°	8 el. B.	— 100°	Discendente	+ 36^{mm}	+ 12^{mm}
			Ascendente	+ 136	+ 19
			Discendente	+ 66	
	10 el. B.		Ascendente	+ 133	
2.°	10 el. B.	— 230	Discendente	+ 44	— 12
			Ascendente	+ 88	
3.°	10 el. B.	— 325	Discendente	+ 66	
			Ascendente	+ 133	
			Interrotta	+ 134	
			Discendente	+ 77	
4.°		— 460	Discendente	+ 40	
			Ascendente	+ 126	
			Discendente	+ 74	
5.°		— 560	Discendente	+ 38	
			Ascendente	+ 126	
			Discendente	+ 74	

Laonde la corrente nel passare lungo un filo stato precedentemente torto lo detorce in parte, indipendentemente dalla direzione della corrente: la sua azione in questo caso è simile a quella di uno scuotimento meccanico. Nella tavola precedente si scorge altresì che la detorsione prodotta dalla prima corrente discendente è molto minore di quella prodotta dalla corrente ascendente; e ciò perchè l'azione della corrente ascendente in un filo non torto sarebbe stata nel

medesimo senso della detorsione del filo precedentemente esaminato, e l'azione della corrente discendente, per lo contrario, sarebbe stata nel senso di una maggiore torsione.

Dopo queste prime detorsioni il filo si comporta come all'ordinario pei successivi passaggi della corrente per esso. Se però si torce nuovamente, la corrente nel passare per esso di nuovo lo storce parzialmente in principio.

Se intanto il filo, dopo essere stato torto, venga parzialmente detorto in modo da impartirgli così una torsione permanente minore, allora i primi passaggi della corrente, indipendentemente dalla sua direzione, torceranno un po' il filo, così da avvicinarlo alla primitiva torsione. E qui analogamente al caso precedente la corrente opera a mo' di scuotimento meccanico. Così avendo adoperato il filo precedentemente stato torto per 560° ho ottenuto i seguenti risultati:

NUMERO d'. ordine	NUMERO delle pile	ANGOLO di detorsione	DIREZIONE della corrente	DEVIAZIONE dello specchio in millimetri
1.°	10 Bunsen	+ 150°	Ascendente	— 115mm
			Discendente	— 154
2.°		+ 255	Ascendente	— 50
			Discendente	— 160
3.°		+ 355	Ascendente	— 40
			Discendente	145

In ciascuna nuova esperienza lo specchio era sempre posto a 0. Si osservi ancora che l'azione della corrente ascendente è stata minore della discendente poichè in un filo non detorto avrebbe ingenerata una torsione in senso opposto al caso precedente. Le medesime esperienze furono eseguite con un altro filo grosso $0^{mm},9$ e dettero risultati

assolutamente simili ai precedenti. Circa la natura dei fili dirò che al solito i fili ricotti danno sempre il fenomeno con maggiore intensità di quella che s' ottiene coi fili incruditi.

III.

Dei suoni prodotti dal magnetismo trasversale.

Questi fenomeni di magnetismo trasversale sono intanto intimamente collegati coi rumori e coi suoni prodotti dai successivi passaggi ed interruzioni di una corrente elettrica attraverso un filo di ferro; come eziandio lo sono col magnetismo ordinario quelli prodotti dalle successive magnetizzazioni e demagnetizzazioni di un' asta di ferro per mezzo di una spirale. Già i lunghi ed accurati lavori di De La Rive (1), Wertheim ed altri fanno rilevare che tali suoni sono prodotti dalla oscillazione dei fili, ingenerata dai movimenti molecolari prodotti nel momento della magnetizzazione e demagnetizzazione dei fili istessi. Egli è adunque manifesta cosa che i suoni prodotti dai fili debbono essere tanto più forti quanto più estesi sono i movimenti molecolari prodotti nei fili. Laonde io ho osservato che questi tali rumori si ottengono più forti e vibrati tutte le volte che si faccia passare attraverso dei fili ricotti una corrente interrotta ed invertita ad ogni interruzione: ed invece s' ottengono dei rumori assai più deboli quando si faccia passare attraverso il medesimo filo la stessa corrente semplicemente interrotta. Nel primo modo i movimenti delle particelle per l'azione della corrente debbono essere più estesi che nel secondo; imperciocchè allora ogni nuovo passaggio della corrente induce nel filo un magnetismo trasversale inverso a quello preesistente e nel secondo caso invece la corrente indotta, passando sempre nella stessa direzione non fa tutte le volte che aumentare semplicemente il magnetismo trasversale rimanente.

(1) De La Rive, *Traité d'Éléctricité*, T. I, p. 297.

In questa ricerca adoperai un filo grosso $0^{mm},5$ ben ricotto e ripiegato 15 volte intorno un telaio di legno della lunghezza di un metro e fissato sopra un cordometro. Un interruttore, che poteva anche accomodarsi per invertire la corrente, era posto sopra una terrazza ed a gran distanza dal mio lavoratorio in maniera che i rumori da esso prodotti quando era in azione non erano menomamente ascoltati. A dei segnali di convenzione il mio assistente mandava nel filo di ferro suddetto ora la corrente solamente interrotta, ed ora la corrente interrotta ed invertita. La differenza d' intensità in questi due casi era tale che la distanza alla quale venivano ascoltati i rumori con la corrente invertita era circa tripla di quella alla quale erano ascoltati quelli prodotti dalla semplice corrente interrotta.

Questi fenomeni son degni di una certa considerazione in quanto mostrano che i rumori provengono dai movimenti molecolari, i quali si verificano nel tempo della magnetizzazione trasversale; e che altresì sono più estesi se si inverte il magnetismo trasversale che se non lo si inverte. Uno studio più esteso ed accurato intrapreso di già intorno ad un simile fatto, mi metterà, io credo, in grado di aggiungervi tra breve nuovi particolari.

L' effetto poi migliore prodotto col ferro dolce che col ferro incrudito rispetto ai rumori è di facile comprensione se si considera che il magnetismo meglio e più intenso si sviluppa nel ferro della prima qualità che in quello della seconda.

Arrivato a questo punto non sarà forse inutile di riassumere per sommi capi le esperienze sul magnetismo trasversale, e confrontarle con quelle del magnetismo ordinario, imperciocchè con queste completamente concordano, come si scorge qui in seguito.

Magnetismo trasversale	Magnetismo ordinario
1.° Battendo fortemente un tubo di ferro mentre è sotto l'azione magnetizzante di una corrente elettrica, che passa nel senso della sua lunghezza	Battendo fortemente un'asta di ferro durante l' azione magnetizzante di una spirale, si induce in una seconda spirale inviluppante una corrente

per un filo internamente isolato, si sviluppa nel tubo una corrente, in direzione opposta alla corrente magnetizzante, e corrispondente ad un aumento del magnetismo trasversale del tubo.

2.° Gli scuotimenti, dopo la interruzione della corrente magnetizzante, inducono nel tubo, o nel filo interno, od anche in una verga di ferro stata percorsa dalla corrente, una nuova corrente, che ha la stessa direzione della corrente magnetizzante; e corrisponde ad una diminuzione del magnetismo trasversale della sbarra.

3.° La torsione di un'asta dopo essere stata percorsa da una corrente, induce nell'asta una nuova corrente che ha la medesima direzione della corrente magnetizzante, e corrisponde ad una diminuzione di magnetismo trasversale. Tale corrente indotta cresce un po' con l'angolo di torsione.

4.° Le ulteriori torsioni della verga, nel medesimo senso, producono piccola o nessuna corrente indotta: una torsione in senso opposto riproduce nuovamente una corrente meccanica corrispondente ancora a diminuzione di magnetismo trasversale. Ulteriori e ripetute torsioni, in qualun-

opposta alla corrente magnetizzante e corrispondente ad un aumento di magnetismo dell' asta.

Gli scuotimenti dopo la interruzione della corrente magnetizzante, inducono nella spirale interna un' altra corrente che ha la stessa direzione della corrente magnetizzante, e corrisponde ad una diminuzione del magnetismo ordinario della sbarra.

La torsione di un'asta, dopo essere stata magnetizzata induce in una spirale esterna una corrente che ha la medesima direzione della corrente magnetizzante, e corrisponde ad una diminuzione del magnetismo della verga. Tale corrente indotta cresce un po' con l'angolo di torsione.

Le ulteriori torsioni della verga, nel medesimo senso, producono piccola o nessuna corrente indotta nella spirale: una torsione in senso opposto riproduce nuovamente una corrente indotta, corrispondente ancora a diminuzione di magnetismo ordinario. Ulteriori e ripetute tor-

que verso, non producono più consimili correnti o diminuzioni di magnetismo trasversale.

5.° Magnetizzando trasversalmente un filo di ferro non dotato di magnetismo ordinario esso non si torce sensibilmente.

6.° Magnetizzando trasversalmente un filo di ferro, dotato di magnetismo ordinario esso si torce in un senso che dipende dalla direzione del magnetismo ordinario e da quella del magnetismo trasversale.

7.° Magnetizzando trasversalmente un filo di ferro, stato precedentemente torto, esso si detorce in parte e sempre più ad ogni nuova torsione. Magnetizzandolo trasversalmente in opposta direzione il filo nuovamente si detorce. Un filo torto e quindi in parte detorto si torce di nuovo un poco quando vien magnetizzato trasversalmente.

8.° Il magnetizzare un filo in una direzione trasversale equivale in certi effetti ad uno scuotimento meccanico.

sioni in qualunque senso non producono più consimili correnti o diminuzioni di magnetismo ordinario.

Magnetizzando un filo di ferro non dotato di magnetismo trasversale esso non si torce sensibilmente.

Magnetizzando con una spirale un filo di ferro dotato di magnetismo trasversale, esso si torce in un senso, che dipende dalla direzione del magnetismo trasversale, e da quella del magnetismo ordinario.

Magnetizzando un filo di ferro stato precedentemente torto, esso in parte si storce e sempre più ad ogni nuova torsione. Magnetizzandolo in opposta direzione esso nuovamente si detorce. Un filo torto, e quindi in parte detorto, si torce di nuovo un poco, quando vien magnetizzato dalla spirale.

Il magnetizzare un filo con una spirale equivale per certi effetti ad uno scuotimento meccanico (1).

(1) Per tutti questi termini di paragone del magnetismo ordinario contrapposti ai fenomeni del magnetismo trasversale trovati da me, vedi Wiedmann, *Galvanismus und elektro-magnetismus*, 1863, S. 375 397.

I fenomeni adunque del magnetismo trasversale sono analoghi a quelli del magnetismo ordinario, e ne differiscono solo in quanto alla maniera di orientarsi delle particelle magnetiche nei due modi di magnetizzare. In modo tale che potrebbe quasi dirsi, che nel magnetismo trasversale, la orientazione delle particelle del ferro è in direzione normale a quella che si verifica nel caso del magnetismo ordinario; ed eziandio che, nel magnetismo trasversale le particelle hanno una disposizione intermedia, tra le due polarità magnetiche opposte che può prendere un' asta di ferro quando viene magnetizzata da una spirale magnetizzante.

Firenze 4 Maggio 1868.

SU UNA SPERIENZA DIMOSTRATIVA DEL PRINCIPIO FONDAMENTALE DELL'IDROSTATICA; NOTA DI G. PISATI PROFESSORE DI FISICA NEL LICEO D'ANCONA.

I corpi fluidi trasmettono con eguale intensità e per ogni verso alla loro massa le pressioni esercitate sovra qualunque parte di essa. Questa proprietà enunciata la prima volta da Pascal relativamente ai liquidi e confermata da molti e svariati fenomeni che i fluidi presentano, è conseguenza necessaria della comprimibilità ed elasticità di questi corpi; e non si potrebbe intendere pei liquidi se si supponessero, com'è fatto in un libro di fisica tutt' ora molto usato nell' insegnamento secondario, incomprimibili e quindi anelastici. Del resto è noto che la comprimibilità de' liquidi è resa manifesta dalla loro elasticità, per cui trasmettono i movimenti vibratorii causa dei suoni; dalle variazioni di volume per mutamenti che avvengono nella loro temperatura, variazioni ben maggiori di quelle che nelle stesse circostanze si verificherebbero ne' corpi solidi; ed infine dalle sperienze fatte coi piezometri d' Oersted, di Colladon e Sturm, e di Regnault, dalle quali risulta appunto essere in generale i liquidi più comprimibili de' solidi e perfettamente elastici.

L' apparecchio del fisico danese sebbene poco adatto per le determinazioni esatte, può tuttavia usarsi con vantag-

gio ne' corsi scolastici elementari e prestasi anche ad uno sperimento molto semplice, che mette in evidenza il principio fondamentale dell' idrostatica. Infatti introdotta una certa massa d' olio d' ulive in una miscela d' eguale densità d'acqua e d' alcole, che riempia il piezometro, si osserva che l' olio rimane in equilibrio nell' interno della miscela medesima e vi presenta la forma sferica anche quando per mezzo dello stantuffo si eserciti sul liquido dall' alto al basso una considerevole pressione, qual' è indicata dal manometro ad aria compressa posto entro l' apparecchio: il che chiaramente dimostra « *trasmettersi egualmente su tutti i punti superficiali* « *della sfera d' olio e quindi per ogni verso e con eguale in-* « *tensità anche alla totale massa del liquido circostante, la pres-* « *sione esercitata direttamente sovra il solo strato liquido toc-* « *cante la base dello stantuffo* »; perocchè se in una direzione qualunque la pressione fosse maggiore o minore di quella nelle altre, a seconda di essa la sfera d' olio contraendosi o dilatandosi, sensibilmente si deformerebbe e si sposterebbe.

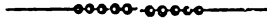
Codesta facile dimostrazione del principio di Pascal corsami alla mente nel ripetere le belle sperienze di Plateau su le masse liquide nelle quali sono equilibrate le azioni di gravità, parmi possa essere di qualche giovamento a chi deve insegnare la fisica elementare, cioè come si fa ne' Licei, senza l' aiuto continuo delle matematiche; e sostituirsi alle due ordinarie prove sperimentali che del medesimo principio si danno anche dai migliori trattati, non solo perchè una di esse (1) è presso che inattuabile e l' altra (2) incompleta come quella che non dimostra l' eguaglianza delle pressioni trasmesse, ma ben anche perchè con facili ragionamenti si possono dedurre da essa quali dirette conseguenze tutte le leggi dell' idrostatica.

Ad eliminare poi nella descritta sperienza gli effetti della rifrazione della luce, i quali sono tanto più appariscenti

(1) Vedi *Lezioni elementari di fisica matematica* di O. F. Mossotti, tom. I, pag. 116; e *Traité élémentaire de Physique* par Daguin, tom. I, pag. 145.

(2) Vedi *Traité élémentaire de Physique*, par Daguin, id. id.

quant' è maggiore la massa dell' olio rispetto alla sezione del cilindro ov' è contenuta, sarebbe necessario che il recipiente del piezometro fosse sferico e la miscela d'acqua e d'alcole fatta in modo che la massa d' olio sommersavi avesse il proprio centro di figura nel centro del recipiente medesimo.

Ancona, 28 Maggio 1868.

ALTRE LARVE DI ALCIOPIDE (*RHYNCONERELLA*) PARASSITE DELLA CYDIPPE DENSA, FORSK; NOTA DEL PROF. PANCERI

Nello scorso anno pubblicavamo i risultati degli studii fatti dal signor Prof. Claparède e da me sulle metamorfosi, sino allora conosciute, delle Alciopi indagate in un nuovo genere che denominammo *Alciopina parassitica* (1). La ragione di questo epiteto specifico sta in ciò che le larve a differenti stadii furono da noi trovate in grembo al sistema gastrovascolare della *Cydippe densa*, cosicchè colla scoperta della nuova alciope segnalavamo anche il primo caso di endoparassitismo fra gli anellidi.

Mentre nel primo stadio, che dir potrebbesi esapodo dell'*Alciopina*, notavamo ciglia alla superficie addominale e nella regione estrema del corpo, nelle successive forme mancavano, in modo che carattere parassitico ci parve questa mancanza, dal momento che le altre larve di anellidi sogliono presentarne. Ci parve ancora ragionevole il credere che il motivo dell'inatteso parassitismo, presentato da anellidi pelagici che hanno occhi e piedi tanto sviluppati, fosse in ciò che durante la dimora nella *Cydippe* avessero precisamente gli occhi ed i piedi tempo ed occasioue di svilupparsi e di accrescersi. Seguite e descritte le

(1) Claparède e Panceri, *Sopra un Alciopide parassito della Cydippe densa*, Forsk. Mem. della Soc. Ital. di Sc. Nat.; 1867, Vol. III, N° 4.

forme successive e gli aumenti, ci esprimevamo circa la probabilità che le altre alciopi fossero alla lor volta parassite di qualche acalefo nei primi tempi di lor vita, citando a conferma del nostro sospetto una osservazione posteriore alle nostre fatta pure in Napoli dal Dott. Buchholz dell' Università di Greisswald di alciope dissimile dalle nostre epperò vivente allo stato larvale nella stessa specie di beroideo.

Non appena le *Cydippe* apparvero in quest' anno, io curai di stabilire nuove indagini onde avere nuova luce in preposito, e, dopo aver riveduto l'*Alciopina* trovai larve di altre alciopi le quali non corrispondono nè a questa nè a quelle osservate da Buchholz.

Dicendo dello stadio minore e di quello più elevato si comprenderanno le mutazioni e le differenze. Le larve lunghe 2^{mm} si assomigliano alquanto a quelle del terzo stadio dell' *Alciopina* le antenne non sono ancora comparse, gli occhi non sono molto protuberanti e la coroidea non è provvista di pigmento che in parte. Il segmento boccale porta due tubercoli l' uno per lato, gli altri segmenti, compreso il boccale, sono forniti di piedi rudimentari aventi ciascuno due brevi setole. Il corpo breve e pupiforme non presenta traccia alcuna di ciglia vibratili. Le altre, lunghe sino a 10^{mm}, hanno al davanti dei lobi cefalici una protuberanza fornita di quattro antenne, poi gli occhi sviluppati e completi ed una fascia di lunghe ciglia al bordo posteriore di ciascun lobo cefalico. Il segmento boccale è provveduto di due paja di tentacoli sporgenti dal contorno del capo; il primo anello presenta un piede incompleto costituito esclusivamente dai due cirri, il superiore cilindrico allungato, l' inferiore conico e breve, e da un tubercolo dorsale piccolissimo. Gli altri anelli seguenti hanno piedi molto sviluppati con quattro setole robuste non echinulate, oltre al ventaglio delle altre sottili e flessibili, e con cirri laminari grandi e presentanti finissima reticolazione. Per cagione dello sviluppo non per anco completo dei piedi posteriori, il numero delle setole forti va diminuendo negli anelli successivi, epperò si scorgono per trasparenza, nello stesso numero, in atto di fuoruscire. Nei piedi anche meglio sviluppati, come sarebbero quelli dei segmenti anteriori, non si scorge alcun aciculo ed i tubercoli dorsali sono emisferici, grandi, neri, e con

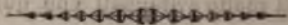
prolungamenti delle cellule pigmentali a foggia di ciuffi diretti verso la linea mediana dell' animale.

Le larve osservate da Buchholz avrebbero coinciso con queste pel numero delle antenne e delle setole, ma non per quello dei piedi deformi che erano tre paja in quelle le quali per di più presentavano un aciculo robusto in ciascuno degli altri piedi.

Per le successive indagini mi è d'uopo dunque riferire le nuove larve osservate al genere *Rhynconereella* fondato dal ch. A. Costa (1) non potendo cader dubbio in vista dei caratteri desunti dalla testa, dal segmento boccale e dalle appendici del segmento successivo, che anzi suppongo trattarsi della stessa unica specie descritta *R. Gracilis*. È pur vero che nelle nuove larve la quinta antenna non è ancora prominente ma pure al suo posto se ne ravvisa il rudimento.

È singolare che mentre è a credersi che la *Rhynconereella* abbia un primo stadio cigliato analogo a quello dell' *Alciopina* venga poi a perdere le ciglia quando è parassita, per poi acquistarne ancora al capo prima di abbandonare l' ospite *Cydippe* e ritornar libera in seno alle correnti.

Possiamo intanto conchiudere che nella sola *Cydippe densa*, od *Hormiphora* che dir si voglia con *Gegenbaur*, albergano larve parassite di tre maniere di alciopi: quelle dell' *Alciopina parassitica*, quelle della *Rhynconereella* e quelle, non per anco determinate, osservate da Buchholz, le quali molto probabilmente sono di altra specie di *Alciopina* che compare in Maggio e che spero rivedere.

---

(1) A. Costa, *Annuario del Museo Zoologico della R. Università di Napoli* 1862. Anno II, p. 168, tav. IV.

SULLA TEORIA FISICA DELL' ELETTRO-TONO DEI NERVI; MEMORIA DI CARLO MATTEUCCI.

I fisici che tengono dietro alle scoperte di quel capitolo della fisica che si chiama dell' *elettro-fisiologia*, non ignorano il fatto importante scoperto nei nervi dal prof. Du Bois Reymond, e che egli chiamò *elettro-tono*. È inutile di ricordare qui tutte le ipotesi che, in Germania soprattutto, si sono immaginate per ricavare da questo fenomeno, di cui l' origine è ancora misteriosa, la spiegazione dei fenomeni fisiologici dei nervi. Noi crediamo solamente necessario di riassumere qui brevissimamente tutto quello che si può ritenere come meglio stabilito sulle proprietà di questo fatto.

Se si prende un nervo di un animale appena ucciso e si posa sui due cuscini o elettrodi di un galvanometro molto delicato, alla distanza di 8 o 10^{mm} fra loro, e poi si fa passare una corrente elettrica nel tratto del nervo che è al di fuori dei due elettrodi del galvanometro, ad una piccola distanza da questi elettrodi, si vede subito deviare l' ago del galvanametro e rimane deviato finchè dura il passaggio della corrente voltaica. È facile di scoprire, tenendo dietro alla direzione della corrente della pila nel nervo, che la corrente dell' elettro-tono è sempre

diretta nel nervo nel senso stesso della corrente della pila. Si era creduto che questa proprietà non si manifestasse che nel nervo dotato ancora delle sue proprietà vitali; che questo tessuto solo fosse atto a manifestare la corrente dell'elettro-tono; e che il taglio e la legatura del nervo distruggessero assolutamente questo fenomeno. Ma esperienze più rigorose e recenti hanno stabilito, che l'elettro-tono, a circostanze eguali, si produce meglio e dura di più nei grossi nervi dei mammiferi e degli uccelli, nei quali l'eccitabilità cessa quasi immediatamente dopo la morte, che nei nervi della rana, e fu anche provato che un nervo sciatico di pollo, di coniglio, di pecora, dava una corrente d'elettro-tono alcune ore dopo che ogni traccia d'eccitabilità era sparita. Si sa pure oggi senza incertezza che, quantunque il nervo possieda in un grado molto eminente l'elettro-tono, pure anche una striscia sottile di materia cerebrale, di midollo spinale, di membrana della vescica, produce, però assai debolmente, quel fenomeno. Finalmente è messo fuori di dubbio che, se si lega un nervo nell'intervallo fra la corrente della pila e i cuscini del galvanometro, oppure se si taglia mettendo bene in contatto le due sezioni, l'elettro-tono persiste ancora, benchè resti grandemente indebolito.

Il modo sicuro che, oltre all'alterazione che succede qualche tempo dopo la morte, vale certamente a distruggere l'elettro-tono, consiste nello schiacciare o stirare fortemente o riscaldare nell'acqua calda il nervo, tanto da distruggerne la struttura.

A queste condizioni, alcuni anni sono, io ho aggiunto che se si usa per produrre l'elettro-tono una corrente assai forte, cioè di otto o dieci elementi di Bunsen, e si lascia chiuso il circuito per un certo tempo, si troverà che la deviazione dovuta alla corrente dell'elettro-tono diviene costante e continua per molto tempo, dopo avere aperto il circuito della pila: a quel punto non basta più d'invertire la corrente della pila, perchè la corrente dell'elettro-tono s'inverta, ma bisogna per quest'ultimo risultato prolungare assai il passaggio della corrente invertita e lavare coll'acqua il nervo.

Fino da quando io pubblicai le mie prime esperienze sul potere elettro-motore dei nervi, feci vedere che le correnti secondarie, ottenute al di fuori degli elettrodi della pila, erano

nello stesso senso della corrente della pila, e che perciò potevano rappresentare le correnti dell' elettro-tono. Questa supposizione, per la quale un fatto così misterioso come era stato l' elettro-tono, era collegato con un fenomeno fisico così ben conosciuto come è quello delle correnti secondarie, era appoggiata dalla esperienza seguente. Si prepari col nervo sciatico di un pollo o di un coniglio la solita esperienza dell' elettro-tono, colla differenza di avere nel circuito della pila e del galvanometro introdotto un doppio commutatore, tale da poter chiudere separatamente ora uno ora l' altro dei circuiti, facendo questi cambiamenti in un intervallo estremamente piccolo di tempo. Si vedrà allora che, se si chiude il circuito della pila e si tiene chiuso per due o tre minuti, e allora si apre il circuito della pila per chiudere quello del galvanometro per mezzo del commutatore, si avranno pure i segni della corrente dell' elettro-tono.

Messo così fuori di dubbio il legame fra questi due fenomeni, ho cercato i casi nei quali questo stesso legame poteva essere meglio confermato, e non dubito punto che questo risultato non sarà riconosciuto nelle due esperienze eleganti e sicure che passo a riferire.

Prendo un filo di platino della lunghezza di un metro e di circa un millimetro e mezzo di diametro, e lo ricopro di un doppio strato di un filo sottile di cotone o di lino. Uso questo filo così preparato, dopo aver imbevuto lo strato del filo di cotone di una soluzione satura di solfato di zinco, e lo dispongo come si fa per avere la corrente dell' elettro-tono sul nervo. Il risultato è che con un filo di platino così preparato la corrente dell' elettro-tono è fortissima, e che da questo filo si ottiene una deviazione di 25° o 30° al galvanometro di ventiquattro mila giri (1) nel caso in cui la distanza fra i punti del filo traversato dalla corrente e i punti toccati dai cuscini del galvanometro è *di 80 centimetri e anche di poco meno di un metro*.

È appena necessario di ricordare che nelle esperienze sul-

(1) È bene di sapere che il celebre costruttore di Parigi, il sig. Ruhmhorff, fornisce quest' istrumento, dotato di tutta la sensibilità necessaria per così fatte esperienze, al prezzo di 380 lire.

l' elettro-tono dei nervi questa distanza non è maggiore di 10 a 15 millimetri.

Voglio qui ricordare un fatto descritto nella mia Memoria sul potere elettro-motore secondario dei nervi o di altri corpi umidi e non metallici, come sono la pasta di farina, d' argilla, di carta, strati di vegetabili e di materie animali, ecc.; fatto che getterà molta luce sul fenomeno di cui ci occupiamo ora.

Si sa che un prisma di uno qualunque dei corpi che ho nominato, posato o sopra elettrodi di platino o sopra cuscinetti imbevuti di soluzione di solfato di zinco, e indi traversato per alcuni minuti da una corrente elettrica, acquista le polarità secondarie, per cui, tolta dal circuito la corrente e chiuso con quel prisma il circuito del galvanometro, si ottiene la corrente secondaria, che è, nella generalità dei casi, contraria alla corrente della pila. I corpi nominati non danno però, a circostanze eguali, una corrente secondaria della stessa intensità. Scegliendo ora per l' oggetto che mi propongo quei corpi che danno la corrente secondaria meno intensa, dirò che se si usa una striscia tagliata, p. e., da una patata fresca, la corrente secondaria che si ottiene in determinate circostanze, è di pochi gradi. Dopo essermi assicurato di questo risultato, fatta passare la corrente nella striscia di patata, provo, prima di portarla sui cuscini del galvanometro, a posare su di essa un pezzetto di filo di platino ben depolarizzato. M' assicuro così, come d' altronde era da prevedere tenendo conto della cattiva conducibilità della striscia di quella materia, che l' aggiunta del filo di platino non rende la corrente secondaria sensibilmente più forte. Non è più così se si adopera il filo di platino prima che passi la corrente, essendo allora fortissime le polarità secondarie che si sviluppano tra il filo di platino e il corpo umido che tocca.

Fili di qualunque metallo producono questo stesso effetto, ma più debolmente, come deve accadere per le proprietà note del platino. Aggiungerò che effetti simili si ottengono anche, benchè meno intensi, usando un cilindro di grafite, di coke, di pirite, e anche di carbone comune di legna in luogo di un filo metallico. Si può anche fare quest' esperienza usando i corpi ultimamente nominati, ma ridotti in polvere, e empiendo con questa polvere un budello sottile di uccello o di rana, un cilin-

dro vuoto di pasta che si lasci prima imbevere di liquido, o un cannello di paglia verde.

É facile di vedere, disponendo convenientemente le carte reattive di tornasole in contatto del filo di platino preparato nel modo descritto, come si raccolgono e si distribuiscono i prodotti dell' elettrolizzazione al di fuori degli elettrodi e fra gli elettrodi della pila. Così si vedono immediatamente in contatto dei due elettrodi, sotto il positivo i segni dell' acido, e sotto il negativo i segni dell' ossido; al di fuori poi del positivo all' esterno si veggono i segni dell' ossido che si distendono anche ad una grande distanza in pochi minuti, dovuti ai filetti della corrente che dallo strato liquido esterno penetrano nel filo di platino interno, e al contrario al di là dell' elettrode negativo al di fuori si hanno i segni dell' acido, dovuti ai filetti della corrente che dal filo di platino interno escono e circolano per lo strato liquido esterno. Bastano questi cenni per far vedere, ricordandosi delle correnti che si sviluppano fra liquidi acidi e liquidi alcalini, come le correnti secondarie, che chiameremo d'elettro-tono, così ottenute, debbano essere molto forti nei fili di platino così preparati, come, al di fuori degli elettrodi, esse abbiano le stesse direzioni della corrente della pila fra gli elettrodi.

Ricorderò ancora l' esperienza, oggi ben nota, della mancanza delle polarità secondarie che si verifica allorchè si usa un filo di zinco bene amalgamato in contatto di cuscini imbevuti di una soluzione di solfato di zinco, mancanza attribuita al non generarsi in questo caso i prodotti dell' elettrolizzazione che si raccolgono sugli elettrodi per dar luogo poi, per le azioni chimiche reciproche, alle correnti secondarie. Tutti sanno oggi che l' uso di elettrodi di zinco amalgamato e di cuscini imbevuti della soluzione di solfato di zinco, da me e da Regnault introdotto nelle esperienze di elettro-fisiologia, è universalmente adottato e costituisce uno dei progressi più importanti di questi metodi sperimentali.

Voglio anche ricordare, che se si fanno le esperienze dello elettro-tono col filo di platino, preparato come l' ho descritto, cercando di scoprire ciò che avviene col taglio o colla legatura del filo stesso, i risultati sono analoghi a quelli ottenuti sui nervi;

si trova cioè che la corrente dello elettro-tono diminuisce grandemente in quei casi, ma non cessa interamente.

Mi resta per ultimo ad esporre quell' esperienza elegante e sicura, che ho mostrata l' anno passato per la prima volta nelle mie lezioni di elettrofisiologia, la quale mette fuori di dubbio la spiegazione delle correnti dell' elettro-tono ottenute sul filo di platino preparato come fu descritto.

Prendo un sottile filo di zinco, lo amalgamo bene, lo rivesto di uno strato di filo di cotone o di lino, e dopo avere imbevuto questo strato in una soluzione di solfato di zinco, dispongo il filo di zinco così preparato come si è detto pel filo di platino. Il risultato che si ottiene costantemente è che *non si ha mai traccia di corrente di elettro-tono, anche quando la distanza fra gli elettrodi della pila e i cuscini del galvanometro non è che di pochi millimetri.*

É appena necessario di dire che per ottenere questo risultato conviene che il filo di zinco sia perfettamente ammalgamato e il liquido sia una soluzione satura e neutra di solfato di zinco puro. Ho visto più volte in questi ultimi tempi lo stesso filo di zinco dopo la prima ammalgamatura dare ad una certa distanza una certa corrente d' elettro-tono: a misura che l' ammalgamatura si rinnuovava, tutte le altre circostanze rimanendo le stesse, quella corrente diminuire fino a scomparire affatto a non essere più che appena sensibile.

Non è possibile conservare dopo queste esperienze alcuna incertezza sugli effetti ottenuti dal filo di platino e da quello di zinco, preparati come fu detto, nelle esperienze riferite in questa Memoria; le polarità secondarie sono evidentemente, secondo che possono prodursi o no, come avviene nel filo di platino e non avvien nel filo di zinco, la cagione della corrente dell' elettro-tono, che è così forte nel primo caso e che manca assolutamente nel secondo.

Ma è pure conforme a tutte le analogie e regole di ragionare in filosofia naturale, l' ammettere che sia uguale l' origine dell' elettro-tono nei nervi. Da ciò precede anche la conseguenza che sotto questo aspetto il nervo, nello stato d' integrità, può essere paragonato ad un filo metallico ricoperto con uno strato umido e conduttore, e che il cilindro-asse dei nervi rappresen-

terebbe il filo metallico, e la materia liquida e la guaina del nervo che circondano il cilindro-asse figurerebbero come quello strato umido.

È appena necessario di dire che questa non è che un' ipotesi dedotta dalle analogie ben fondate che ho descritte in questa Memoria, e che dipenderà dai progressi ulteriori della fisiologia di confermarla o combatterla.

Firenze. Dal Museo di Fisica 29 Febbraio 1868.

RICERCHE CHIMICHE SOPRA UNA MATERIA GRASSA TROVATA IN UN VASO A POMPEI; NOTA DEL PROF. DE LUCA.

La materia grassa esaminata trovasi attualmente nel Museo Nazionale, e propriamente in una delle sale de' vetri antichi. È rinchiusa in recipiente di vetro a forma di piccolo *pirello* munito di collo ad apertura stretta, e ciò fa supporre che quando la detta materia fu introdotta nel vaso era liquida come l'olio. Essa è di color giallo-rossastro, che diviene più intenso per l'esposizione all'aria, e somiglia alla pomata ossigenata, anche avuto riguardo alla consistenza. Ha odore disgustoso di grasso rancido: si fonde a 45 centigradi, e si scioglie facilmente nell'alcoole e nell'etere lasciando per residuo una materia bianca, che con la calcinazione si scompone svolgendo vapori e gas combustibili, con odore proprio delle materie grasse, e restando del carbone spongioso che coll'ulteriore riscaldamento in contatto dell'aria scompare e lascia una cenere con piombo ossidato.

La sostanza grassa disciolta dall'alcoole e dall'etere contiene del piombo che lascia allo stato di ossido colla distruzione operata dal calore in presenza dell'aria e mercè l'acido nitrico. Infatti il residuo cinereo proveniente dalla distruzione della parte di materia grassa solubile nell'alcoole e nell'etere, compiuta mercè l'azione ossidante dell'acido nitrico, ha fornito dell'ossido giallo di piombo, che si è sciolto nell'acido nitrico ed acetico,

e la soluzione dopo eliminato l'acido in eccesso precipita in nero coll'idrogeno solforato, in giallo coll'ioduro di potassio dando origine all'ioduro di piombo che si scioglie nell' acqua bollente e da cui si deposita in laminette dorate e splendenti col raffreddamento.

Il corpo grasso saponificato colla calce e col litargirio non ha fornito mai nettamente della glicerina, anche operando in vasi di vetro chiusi alla lampada ed a bagno-maria; solo in una sperienza eseguendo la saponificazione coll' ossido di piombo, ed operando sopra una parte della materia grassa presa nella parte centrale della sostanza primitiva e che avea meno subìta l' azione dell' aria atmosferica, si è rinvenuta nell' acqua e poi nell' alcoole ed infine nell' alcoole assoluto, dopo i debiti trattamenti, una sostanza igrometrica amara, che probabilmente conteneva qualche traccia di glicerina. Cosicchè la totalità della materia grassa, ha subìto già una profonda alterazione per l' azione del tempo e dell' aria con eliminazione e trasformazione della glicerina ch' è parte essenziale delle dette sostanze oleose in materie volatili o fisse di natura diversa.

Dal sapone calcare, ottenuto dalla sostanza grassa disciolta dall'etere, si è isolata per mezzo dell' acqua una piccola quantità di sapone ad acidi grassi volatili, che vi si è disciolta, lasciando indisciolta la maggior parte del sapone calcare ad acidi fissi. Questo sapone indisciolto nell' acqua e bene asciutto si è sciolto in parte nell' etere, a caldo, e da cui si è depositato col raffreddamento.

Porzione del sapone calcare disciolto dall' etere, decomposto con acido cloridrico a caldo entro un tubettino di vetro, ha fornito degli acidi grassi semisolidi, ove sembra esservi in maggiore abbondanza l' acido oleico, ed un derivato l' acido eleadico, con una materia resinoide.

Il rimanente del sapone calcare decomposto con l' acido idroclorico ha fornito degli acidi grassi, da cui si è separata una sostanza solida che comincia a fondere a 51° ed è completamente fusa a 71 centigradi.

Il sapone calcare ad acidi grassi, decomposto con acido solforico, ha svolto odore disgustoso di acido butirico, operando a caldo; e poi coll' addizione dell' alcoole si è ottenuto l' etere butirico di un grato odore.

La materia grassa fusa nell' acqua distillata, comunica alla medesima una reazione acida: distillato il liquido acquoso manifesta reazione acida debole con odore di olio rancido. Ciò che rimane nella storta si colora, e colla concentrazione si ottiene un residuo sciropposo colorato con reazione acida assai pronunziata, il quale coll' acido solforico e coll' alcoole svolge un odore che rammenta quello ch' è proprio dell' etere butirico.

Il sapone piombico si è sciolto in gran parte nell' etere e si è decomposto dopo averlo disseccato e ridotto in polvere, poichè fragile alla temperatura ordinaria e molle nell' acqua bollente, con acido cloroidrico in presenza dell' alcoole a caldo. La soluzione alcoolica bollente ha fornito col raffreddamento de' cristalli di acidi grassi, ed altri poi coll' evaporazione: questi cristalli compressi fra carta sugante e fatti cristallizzare nell' alcoole, hanno fornito delle lamine madreperlacee bianche e splendenti che presentano tutti i caratteri dell' acido margarico.

Gli acidi grassi solidi isolati dal sapone calcare hanno mostrato il punto di fusione verso 111° e di solidificazione verso 98°. Una sostanza solida colorata depositatasi dalla soluzione eterea col raffreddamento, diviene liquida a 98° e torna solida a 83 centigradi.

2gr,787 del grasso di Pompei si son ridotti dopo fusione a 2gr,785, ed a 120° per vari giorni alla stufa Gay-Lussac han perduto 0gr,117 di materie volatili, vale a dire la proporzione del 4,2 per 100.

2gr,766 della stessa materia grassa dopo fusione han perduto 0gr,014, e dopo l' azione della stufa a 110 la perdita si è elevata a 0gr,106, cioè a 3,8 % di materie volatili.

2gr,617 di materia grassa dopo disseccazione a 111°, han ceduto all' etere 2gr,590, ciò che mostra essere in esso quasi completamente solubile. Il residuo insolubile nell' etere stesso si è trovato eguale a 0gr,030 in vece di 0gr,027. Questo residuo distrutto coll' acido nitrico ha fornito un altro residuo giallo a caldo e giallognolo a freddo.

Da 1gr,403 di materia grassa colla distruzione in capsola di porcellana a moderato calore e poi colla calcinazione per mezzo dell' acido nitrico, si è avuto un residuo di cenere più in-

tensamente giallo a freddo che a caldo, e del peso di 0^{gr},010, cioè circa il 0,7 per 100.

Altra quantità di materia grassa del peso di 2^{gr},660 colla calcinazione e trattamento all' acido nitrico, ha fornito un residuo giallognolo eguale a 0^{gr},018, vale a dire la stessa proporzione del 0,7 per 100.

Questi due residui si sono sciolti nell' acido acetico e dalla soluzione si è precipitato il piombo coll' idrogeno solforato: il precipitato raccolto si è trasformato in solfato di piombo per mezzo dell' acido nitrico e si è trovato eguale a 0^{gr},019 proveniente da 0^{gr},028 di cenere piombica e corrispondente a 0^{gr},014 di ossido di piombo, ovvero a 0,35 per 100 della materia grassa.

RICERCHE SUGLI ORGANI CHE NEI GASTEROPODI SEGREGANO L' ACIDO SOLFORICO; NOTA DEL PROF. P. PANCERI.

Dopo le comunicazioni fatte all' Accademia di Napoli nei mesi di Agosto e Settembre scorsi, avendo proseguiti gli studii su questo importante fatto, vengo ad esporre i risultati di essi e le conclusioni alle quali sono finora arrivato.

Prosobranchi.

I. — Nei gasteropodi di questa sezione gli organi che a mia cognizione secernono il liquido che contiene dal 3 al 4 per 100 di acido solforico libero sono simili (1). Sono le glandole salivali le quali invece di essere acinose in totalità, come nei molluschi ordinari, sono glandole composte, e precisamente: di un lobo superiore acinoso e di un lobo inferiore ad elementi tubulari (2).

II. — Il lobo superiore, sempre più piccolo dell' altro, vario nel volume nelle diverse specie, e più o meno nelle sue divisioni in lobuli secondarî nei diversi individui, è com-

(1) *Dolium galea*, *Cassis sulcosa*, *Cassidaria echinophora*, *Tritonium nodiferum*, *hirsutum*, *corrugatum*, *cutaceum*.

(2) Tali tubi furono notati da DELLE CHIAJE che ne diede un cenno ed una figura incompleta nell' opera di POLI, Vol. III, tav. L, fig. 8.

patto, consiste di acini i quali stanno in relazione col dotto escretore per i proprî condotti come nelle ordinarie glandole salivali, e sono composti di cellule a contenuto granuloso.

III. — Il lobo inferiore, più o meno rigonfio, più o meno sviluppato, e sempre più allungato nella sinistra glandola che nella destra, risulta di una sottile membrana muscolare esterna, e nello interno di tubi a fondo cieco di notevole diametro, (2^{mm} nel *Dolium*), più o meno divisi dicotomicamente e tutti concorrenti al condotto escretore. Ciascun tubo consiste di una membrana propria anista e di cellule speciali molto grandi elissoidali trasparentissime. Si contiene in queste un liquido limpidissimo ed un piccolo nucleo finamente granelloso il quale mentre appare nella *Cassis*, nella *Cassidaria* e nel *Tritonium nodiferum*, non viddi mai nei *T. cutaceum* e *corrugatum*. Sono queste le cellule secernenti il liquido acido. Tra l' uno e l' altro tubo vi ha del tessuto unitivo lasso, provveduto di numerosissimi corpuscoli calcari. Sono le cellule del tessuto unitivo che si rigonfiano riempiendosi di carbonato di calce che vi si trova in forma di minutissime granulazioni.

IV. — Il condotto escretore di ciascuna glandola ha le sue origini nel profondo del lobo inferiore ed allo interno, riceve lo sbocco dei tubi i quali lo raggiungono facendo un certo angolo (retto per la maggior parte dei tubi del *Dolium*) poi più in alto gli sbocchi dei condotti del lobo superiore acinoso. Emergendo allora dalla glandola passa nel cingolo esofageo, decorre ai lati dell' esofago e va a metter foce ai lati della lingua. Consiste di uno strato di tessuto unitivo soventi con corpuscoli calcari, di uno strato muscolare longitudinale o ad elementi obliqui e di un altro strato a fibre trasverse, poi di una membrana fondamentale e di un epitelaio jalino a piccoli elementi senza traccia di ciglia.

V. — I rami arteriosi delle glandole salivali provengono dall' aorta anteriore la quale, prima di dividersi nei due tronchi del piede e della tromba, dà un cospicuo ramo ricorrente per le glandole salivali e pel proventricolo. Ciascuna delle arterie salivali, dopo aver dato rami alla porzione acinosa

si addentra, seguendo il condotto, nella porzione tubulare per dividersi in rami i quali, decorrendo in genere paralleli ai tubi, vi si distribuiscono (*Dolium*).

VI. — I rami nervosi provengono: per le glandole direttamente dal bordo posteriore del ganglio sopraesofageo ai lati della linea mediana per entrare col dotto escretore nello interno delle medesime; pel dotto escretore nella sua porzione proboscidea al di là del cingolo esofageo dai grossi tronchi che partendo dal bordo anteriore del ganglio sopraesofageo, dopo aver dato rami all' esofago e dai muscoli della proboscide, vanno a finire ai gangli così detti simpatici o faringei, e precisamente dal secondo tronco a destra, dal terzo tronco a sinistra (*Cassis*).

Corollarii.

I. — Siccome il lobo inferiore delle glandole salivali coi proprî tubi e colle particolari sue cellule è proprio dei prosobranchi provveduti della secrezione del liquido contenente l' acido solforico, così è a ritenersi desso quale l' organo principale di questa secrezione. È ben vero che frammenti della parte acinosa lavati accuratamente e ripetutamente danno pure vivissime le reazioni dello stesso acido, ma per la diffusione, facilitata da ciò che i due lobi hanno un sol condotto comune, non è possibile decidere se il lobo piccolo concorra o no a produrlo. Un numero considerevole di prosobranchi a me noti che non danno segno di tale acido, ed anche la *Ranella gigantea* che, ad onta della grande affinità coi *Tritonium*, manca di questa secrezione, hanno solo il lobo acinoso.

II. — La natura muscolare della membrana del lobo inferiore, che ormai può dirsi *organo dell' acido solforico* spiega come si possa avere talora l'evacuazione rapida di queste glandole. A tale evacuazione deve portare valido aiuto la contrazione delle pareti del corpo le quali costringono da vicino e direttamente le glandole. Sotto questo punto di vista, anche indipendentemente dalla natura del nervo salivale, l' emissione del liquido può dirsi coadiuvata dalla volontà.

III. — L' effervescenza che si verifica spontaneamente poco dopo che le glandole sono messe allo scoperto nell' animale vivo, e si aumenta tanto quando si facciano delle incisioni nelle glandole, ed ancor più quando si aggiunga ad arte una soluzione di acido solforico, e della quale fu già parola in altra nota (1), è evidentemente dovuta all' azione esercitata dall' acido che si contiene nelle cellule e nei tubi sui corpuscoli calcari del tessuto unitivo interposto. Tale liquido acidissimo si diffonde tosto dopo la morte dell' ogano e non solo sorte dalle cellule e dai tubi ma anche trapela attraverso la membrana del lobo inferiore delle glandole e si sparge nella cavità del corpo. Tale produzione di acido carbonico, che si osserva nelle glandole morenti o ferite, non si verifica che raramente ed incompleta quando si mettano allo scoperto le glandole in individui già morti da qualche tempo imperocchè in tal caso la reazione ebbe già luogo prima dalla osservazione. Abbenchè mi fosse noto quanti e quali organi sono seminati di corpuscoli e di cristalli calcari nei molluschi, e conoscessi anche la degenerazione calcare che talvolta subiscono le glandole salivali di alcuni, come sarebbero i *Cerithium* fra i primi, non mi seppi decidere prima dell' osservazione diretta a pronunciarmi in proposito, giudicando improbabile *a priori* che il carbonato calcare, come poi in fatti si verifica, coesistesse nello stesso organo coll' acido solforico libero.

IV. — I calcoli e le incrostazioni che trovansi nelle glandole del *Tritonium nodiferum* da qualche tempo conservate, e che viddi anche formarsi tosto sotto i miei occhi sulle punture o sulle incisioni fatte nel vivo alle glandole, sono necessariamente di solfato di calce.

Opistobranchi.

Mentre attendo occasioni per completare gli studii in corso anche sopra questa serie di gasteropodi, posso riferire ora una parte dei risultati e questi riguardano la secrezione dello

(1) Rendiconto di questa Accademia — Settembre 1867.

stesso acido libero da me recentemente scoperta nei plourobranchi e precisamante nel *Pleurobranchidium Meckelii* Leue nel *Pl. tuberculatus* Meck. e *testudinarius* Cantr.

I. — La *glandula salivalis arboriformis* di Leue (1), salivale di Delle Chiaje (2) o *salivaire supplementaire* di Lacaze-Duthiers (3) o glandola a condotto impari, *accessorische speicheldrüse* degli alemanni, il cui ufficio fino ad ora, ad onta del nome, non era determinato, è precisamente l'organo in cui si verifica la secrezione dell'acido solforico.

II. — Questa glandola tubulare, non conglomerata, ha ramificazioni così copiose e diffuse da occupare tutto il piano inferiore della cavità del corpo ed anche da involgere, come si osserva nel *Pleurobranchidium*, la massa degli organi della digestione e della riproduzione. Tali tubi rivestiti e riuniti da scarso tessuto unitivo consistono di una membrana propria e di cellule le quali sono quelle stesse descritte da Lacaze-Duthiers (4). Sono desse di considerevole grandezza contengono granulazioni periferiche e nel mezzo una grande vescica sferica o sferoidale trasparentissima (*secretionsblase*). Nel *Pl. tuberculatus* fra le granulazioni notai anche un nucleo il quale, per lasciar posto alla grande vescicola di formazione endogena, viene ad essere parietale. Tali sono gli elementi dei tubi estremi più piccoli e terminati a fondo cieco; nei tubi più grandi dèl *Pleurobranchidium* notai cellule ancor più grandi a contenuto omogeneo trasparentissimo e senza nucleo simili a quelle da me trovate nei *Tritonium corrugatum* e *cutaceum*.

III. — Il condotto escretore a cui concorrono finalmente tutti i sistemi di tubi glandolari, dopo aver presentato alcune circonvoluzioni, più o meno rigonfie, guadagna la parte superiore della massa boccale e mette foce in vicinanza della commissura superiore della bocca. Per la struttura ho trovato

(1) *De Pleurobranchaea novo molluscorum genere Halae*; 1813, fig. 4, *b*.

(2) *Descriz. e Notom. degli Anim. senza vertebre*. Vol. II, pag. 50 e tav. 52, fig. 13.

(3) *Histoire et Monographie du Pleurobranche orangé* — *An. d. Sc. Nat.*, IV Ser., t. XI, 1859.

(4) id. pag. 232, pl. VII, fig. 5.

che è fornito di un involucro di tessuto unitivo con minuti granuli calcari, poi di un denso strato di muscoli longitudinali e trasversi, poi di una membrana propria tepezzata di cellule pure trasparentissime più o meno grandi, nucleate come quelle di cui prima si è detto per la *Cassis* etc., le quali vanno facendosi più piccole dove il condotto si assottiglia prima del suo sbocco (*Pleurobranchidium*).

Corollarii.

I. — Mentre nei pleurobranchi la glandola che è adossata al duodeno ed al fegato, *Gl. salivalis semiorbicularis* di Leue, pancreas di Delle Chiaje, *Gl. salivaires ordinaires* di Lacaze, e che dicesi anche pari per la duplicità de' suoi dotti, corrisponde alle vere glandole salivali in quanto è acinosa, composta di cellule a contenuto granulare omogeneo, nè presenta alcuna reazione chimica che l' assomiglia all' altra tubulare, questa ultima è il vero *organo dell' acido solforico.* Dessa rappresenta la porzione tubulare o inferiore delle glandole dei prosobranchi sopracitati.

II. — Mentre i dotti della vera glandola salivale penetrano nella massa faringea ai lati dell' origine dell' esofago per poi aprirsi nella ripiegatura che copre allo interno le lamine boccali cornee, il condotto della glandola dell' acido solforico, sboccando alla commissura superiore della bocca, facilita l' uscita allo esterno del liquido secreto, della qual cosa si dirà in seguito.

ESPERIENZE E CONSIDERAZIONI.

Per tentare di scoprire le ragioni dell' acido solforico segregato dagli organi di cui si è detto, era necessario sapere in prima se quel liquido che lo contiene venga emesso a circostanze ordinarie, ovvero deglutito. Nel primo caso si avrebbe una escrezione acida di nuovo genere, nel secondo si avrebbe avuto l' acido in parola commisto ai succhi della digestione, onde il bisogno di studiare da capo gli organi digerenti, e la funzione dei molluschi per trovare le differenze o le coincidenze anatomiche e fisiologiche.

A credere alla emissione invitavano, secondo le prime osservazioni del ch. Troscel, il fatto dell' uscita a getto di questo liquido dalla bocca del *Dolium*, di più l' altro dei frammenti di piccoli polipai calcari trovati in un colla zostera in un ventricolo di altro individuo della stessa specie. A credere alla ingestione invitava il fatto dell' acido trovato nello stomaco dello stesso mollusco dal ch. De Luca. Ma quei due *Dolium*, quello che emise il getto, e l' altro il cui stomaco reagì come se contenesse il liquido acido, erano stati strappati dalle loro conchiglie violentemente, e sotto l'influenza dello strazio avrebbero potuto tanto l' uno emettere straordinariamente il liquido, come l' altro involontariamente deglutirlo. Di più quei frammenti di polipai aderenti alla zostera avrebbero potuto essere stati accidentalmente preservati dall' azione dell' acido. Il problema era dunque in campo quasi come a caso nuovo.

I *Dolium*, le *Cassis*, le *Cassidaria*, i *Tritonium* tutti da me ripetutamente esaminati non mi avevano fatto vedere alcun contenuto nelle prime vie, e di più in un *Tr. nodiferum* vivo, il cui intestino conteneva solo nel retto buccie di uova di altro gasteropodo, potei constatare che la mucosa dell' esofago, del proventricolo e dello stomaco non dà reazione acida alcuna. Poteva darsi però che come deve essere rapida la gestione in questi animali, così anche rapidamente l' acido introdotto si fosse combinato per modo da non lasciar più traccie di sua dimora allo stato libero; restava quindi ancora il sospetto che potesse dimostrarsi la sua presenza allora quando l' animale si fosse allora pasciuto, d' altronde io già sapeva che nessuna azione digestiva esercita il liquido delle glandole sulle sostanze animali e vegetali. I poliedri di albumina, le carni, le alghe che nel Settembre scorso aveva posto nel liquido delle glandole del *Dolium* mi stavano presenti molti mesi dopo intatte siccome nel primo giorno. Non c' era altro dunque che accingersi a forare il labbro della conchiglia di un *Tritonium nodiferum* che da qualche giorno digiunava in un acquario, assicurarvi una funicella e calarlo nei bassi fondi di Posillipo per poi metterlo a morte dopo il pasto a fine di vedere, colle dovute precau-

zioni, se all' alimento si trovasse commisto l' acido solforico.

Questo sperimento io stava meditando nel mentre osservava al microscopio il movimento cigliare vivissimo dell'esofago di una *Cassidaria*. Fu questo movimento che mi fece pensare che se il liquido venisse deglutito sarebbe questo da registrarsi come il primo caso di moto cigliare in presenza di una soluzione di acido solforico. Mi fu facile al momento di veder l'azione del liquido che poco prima aveva spremuto dalle glandole su quell' epitelio: coll' aggiungerne una stilla il moto cessò di un subito. Crebbe il sospetto che il liquido acido non fosse fatto per essere deglutito, ma collo spegnersi di quel movimento il dubbio non si spense. Quell' esofago, quell' epitelio staccati dall' animale non erano in condizioni normali, forse l' acqua distillata od altra soluzione avrebbe prodotto lo stesso effetto. Intanto il *Tritonium* era morto e quindi prove di altro genere erano necessarie.

Si avrebbe seguendo nn' altra via dovuto dimostrare che il liquido viene emesso facilmente come fosse un liquido escrementizio, ma come accorgersi della sua emissione in grembo all' acqua degli acquarî? La carta esploratoria ch' io aveva fra mano mi suggerì un mezzo. Posto un pleurobranchidio in un bacinetto di porcellana con acqua marina colorai questa semplicemente col versarsi della tintura di tornasole pensando che avrebbe dovuto questa avvertirmi tutte le volte che il gasteropodo avesse emesso il liquido acido. Ma l' animale non si era dato per inteso nè del tornasole nè del mio desiderio così che mi avrebbe ben lungamente fatto attendere. Cominciai allora a stuzzicarlo, a pungerlo; si agitava, si contorceva ma non ci era modo di fargli emettere la tromba ed il liquido. Pensai allora di costringerlo mediante un'azione dolorosa continua, crescente, esercitata sopra un organo sensibilissimo, e presolo per un tentone colle pinzette non cedetti finchè non emise la tromba. Egli la rivolse in atto di mordere verso lo stromento e nello stesso momento l' acqua si colorò di nubi sfumanti e rosse che imitavano nell' azzurro dell' acqua quelle che vediamo al tramonto nell' azzurro del cielo. Tale esperienza ebbi il piacere di ripeterla

or son pochi giorni in occasione della venuta al Museo di Anatomia Comparata del ch. Prof. Leuckart ma pure non era decisiva; con essa si dimostrava l' emissione *del liquido* ma non si escludeva poi la possibilità che lo stesso *liquido* venga al momento della deglutizione dei cibi inghiottito.

I pleurobranchi che aveva avuti in certo numero erano i soli che aveva in quel tempo a disposizione. Aprire un pleurobranco per tentare le reazioni del contenuto dell' ingluvie, che suol essere pel *Pl. Meckelii* e pel *Pl. tuberculatus* una poltiglia con frammenti vegetali, non sarebbe mai stato del caso dal momento che i tubi della glandola dell' acido solforico essendo sparsi ovunque nella cavità del corpo anzi nel *Pleurobranchidium* nessun organo circondando quanto l' esofago e l' ingluvie, sarebbero capitati sotto lo scalpello e mi avrebbero tradotto in inganno. Pensai allora d' introdurre dalla bocca nello stomaco per mezzo di un tubo una poltiglia che avrei fatto con acqua e con cristallini calcari p. es. otoliti di plagiostomi e di rettili, ovvero spiculi calcari di gorgonie o di spugne. In quel caso avrei avuto corpi di forme determinate e per tanto facili a ritrovarsi ed a riconoscersi in caso, la cui presenza o scomparsa mi avrebbe assicurato della cosa o in un senso o nell' altro. Questo esperimento mi venne suggerito non tanto dai piccoli polipai veduti da Troscel nello stomaco del *Dolium*, come dalle tritonie le quali pascendosi della *Lobularia palmata* contengono poi nell' intestino ed evacuano rilevanti masse di spiculi calcari. Già stava disponendo le cose e pensando al modo di condur meglio l' esperimento quando mi fu dalle spiagge di Cuma portato il più grande, il più raro dei pleurobranchi dei nostri mari, il *Pl. testudinarius* che Delle Chiaje vidde solo poche volte, pochissime il Philippi ed una sol volta il Lacaze-Duthiers sulle coste di Cette. Io stesso per quante ricerche avessi fatto prima non aveva ancora potuto averlo fra mano. Aprirlo riconoscere le reazioni dell' acido e la struttura dei tubi della glandola, analoga a quella degli altri congeneri, fu la prima cosa. Ma poi il contenuto del primo dei tre stomachi mi doveva portare quello scioglimento alla quistione che io cercava ottenere coll' artificio.

Il *Pleurobranchus testudinarius* ad onta delle sue tre cavità gastriche è carnivore, per quanto però si possa dir tale a cagione della cellulosa che compone la maggior parte del mantello delle ascidie semplici e composte, delle quali ultime, tagliate a grossi bocconi, era pieno l' ingluvie. Ma quel che più interessava i cristalli calcari di cui ribocca il mantello delle medesime erano integerrimi, questi e tutti quelli che ravvisai anche nell' intestino erano i cristalli stellati elegantissimi di un *Didemnum*, che se il liquido della glandula dell'acido solforico fosse mai penetrato nell' ingluvie, la quantità di acido carbonico messo in libertà sarebbe stata al certo tale da superare, chi sa quante volte, il volume del corpo dell' animale.

Per tanto siamo ora portati naturalmente a conchiudere: essere il liquido acido dei gasteropodi sopra citati semplicemente un liquido escrementizio e l'acido solforico piuttosto che un mezzo di difesa, il *caput mortuum*, il residuo di reazioni chimiche da determinarsi. Tale risultato implica il corollario che le glandole eliminatrici di quest' acido debbono, nel senso fisiologico, non esser più considerate come annesse al tubo digerente ma come organi di particolare secrezione, qualunque sia la ragione ultima di questo fatto.

Segue ora l' altro problema, ancora intatto, delle origini di quest' acido, se cioè dalla ossidazione dello solfo delle sostanze albuminoidi ovvero dalla decomposizione dei solfati marini. Alla prima delle due ipotesi saremmo costretti a piegarci qualora si trovassero molluschi viventi nei fiumi e nei laghi in possesso di acido solforico, intendo dire viventi in acque in cui i solfati sono così scarsi in confronto delle acque marine, ma fino a che questi molluschi non si siano trovati è d' uopo studiar gli altri e tener conto della composizione del mezzo in cui vivono per indagare se possa trovar appoggio la seconda.

Per tale indagine sarebbe intanto a provarsi se tenendo una colonia, poniamo di Cassidarie o di Tritoni, in acque in cui si siano ad arte aumentati i solfati, ed altra in acque in cui si siano ad arte diminuiti, si avesse una differenza nel coefficiente di acido solforico dei liquidi complessivi delle glan-

dole di una colonia o dell'altra. Sarebbe ancora a vedersi come si componga il sangue di questi gasteropodi, se contenga abbondanti i solfati, ma precisamente qui, a mio credere, è il nodo di questa quistione. Poniamo che i solfati marini si trovassero copiosi nel sangue, e così venissero portati nell'organo, noi saremmo al certo invitati a credere alla loro decomposizione operata per mezzo delle cellule dell'organo stesso.

Un fatto anatomico che io giudico avere stretto legame col nostro problema, è quello della comunicazione diretta dell'alveo sanguigno coll'esterno così bene dimostrata da Lacaze-Duthiers nel *Dentalium* nei *Pleurobranchus* (1) e confermata in molti gasteropodi da altri valenti anatomici; fermiamoci al solo *Pleurobranchus* come uno di quelli che hanno, come sopra si è dimostrato, la secrezione dell'acido solforico. A che dosare i solfati del sangue, se il mare ha diretta entrata nel sistema delle arterie?, in breve, a che ricorrere all'ossidazione diretta del solfo se questo fatto ci fa certissimi che i solfati capitano nell'organo proprio tali quali sono nell'acqua? e se i solfati entrano nell'organo per una via, e per l'altra ne esce l'acido fatto libero, perchè non conchiudere: l'acido solforico libero dei gasteropodi derivare dalla decomposizione dei solfati marini?

In proposito della comunicazione dell'alveo sanguigno coll'esterno il signor Lacaze scrive: « On y trouvera, n'en « doutons pas, la clef de bien des aperçus nouveaux relatifs « à cette partie de l'organisation et de la physiologie ». Questa comunicazione che esiste anche in molluschi i quali non hanno questa speciale secrezione, deve avere una destinazione più generale; io crêdo però che, stando al caso particolare di quei molluschi che l'hanno, lo stesso foro possa dirsi la porta per cui entra il materiale per la fabbricazione dell'acido in discorso.

Nei *Murex trunculus* e *brandaris* e nelle *Aplysia* dove furono dal ch. De Luca trovate tracce di acido solforico, in prosieguo non ho trovato i tubi nè le cellule sopra descritte;

(1) Op. cit., pag. 250, tav. IX.

in molluschi di altro ordine, e nemmeno nei mitili perforanti, non ho trovato questo acido (1); ma se organi diversi da quelli dei quali mi sono occupato, in animali marini di ben altro tipo, presentassero a me o ad altri studiosi lo stesso acido, in verità non meraviglierei punto sapendo che la stessa secrezione può ben farsi in animali differenti con organi differentissimi, e valga tra i molti l'esempio dei materiali urici i quali sono nelle serie degli animali prodotti da organi tanto dissimili quali p. es. i tubi del Malpighi, l'organo di Bojanus, i reni dei vertebrati. Però siccome i reni dei vertebrati non furono meno organi dell'urina quando Brugnatelli trovò acido urico nei tubi degl'insetti, o quando Riche, Schlosberger, Lacaze, Tinel lo trovarono nell'organo di Bojanus, così gli organi da me denominati dall'acido che secernono, non sarebbero meno organi dell'acido solforico anche quando se ne trovassero altri di identico ufficio ma di diversa struttura.

La quistione del moto cigliare che sembrava sciolta col fatto di non averlo io trovato mai negli organi in presenza dell'acido in parola, e col saper come si arresti nella Cassidaria, di cui è detto di sopra, e in altri molluschi, risorge di nuovo quando si leggano le osservazioni del Lacaze-Duthiers sul *Pleurobranchus aurantiacus*. Egli vidde questo movimento proprio nel grembo dei tubi della glandula salivale supplementaria, il che mi dice che o questa specie di pleurobranco avendo organi identici agli altri congeneri non ha questa particolare secrezione, ovvero che il movimento cigliare si dà in tal caso anche in presenza di una soluzione di acido solforico.

(1) I bivalvi, come è noto, mancano di glandole salivali così che tentai se altri organi mi dessero mai alcuna reazione. Dopo tanta serie di studii è convinzione generale dei naturalisti dipendere le perforazioni da azione meccanica, però, anche indipendentemente da questa convinzione, non potea dimenticare di avere io stesso alla Spezia, or son diversi anni, perforato per buon tratto un masso calcare agendo sotto acqua contro la roccia col polo perforante del mitilo. Mi occuperò in prosieguo delle perforazioni che trovansi nelle conchiglie dei bivalvi e che diconsi fatte da gasteropodi.

Mi si permetta un' ultima considerazione relativa ai nervi salivali. Parmi che se ancora non si fosse saputo, e per molte maniere, che i nervi influenzano le cellule secretrici lo si saprebbe ora pel fatto di queste glandole in un modo indubitabile, splendido. Ed in fatto, tolgo da un *Dolium* vivo una delle glandole e la metto integra a me davanti. In un *primo tempo* essa si contrae, muta i suoi contorni e la membrana si retrae sotto il tocco e l' interno dell' organo non da effervescenza, in un *secondo tempo* cessa la contrazione, comincia l' effervescenza. Si tratta di trovare il rapporto tra questi due fenomeni disparatissimi come sono appunto l' effervescenza e la contrazione. Quest' ultima mi può ben significare che l' azione nervosa complessiva dura superstite nell' organo staccato, ed i corpuscoli calcari, che mi sembrano messi là per parlare all' osservatore, col non decomporsi mi dicono che le cellule sono in vita, che la loro sottilissima membrana dal momento che, tra le altre cose, tien diviso il liquido acido dai tessuti circostanti è sotto un' influenza speciale che vince le influenze fisiche semplici le quali agiranno poi nel secondo tempo. Cessa la contrazione, comincia l' effervescenza che è quanto dire cessata l' influenza nervosa le cellule da elementi vivi dotati di speciale, straordinaria virtù fisico-chimica diventano semplici vesciche che agiscono semplicemente come quelle degli endosmometri, di qui la diffusione, e questa svelata ben tosto dalla decomposizione dei corpuscoli calcari.

Considerando la cosa sotto questo punto di vista si potrebbe dire che queste glandole sono stromenti autologhi che senza bisogno di azioni estrinseche fanno manifesta quest' influenza; si potrebbe anche dire che, dato che questi animali non fossero per la natura delle cose tanto inopportuni alle vivisezioni, potrebbero i fisiologi promuovere la formazione dell' acido solforico mediante l' eccitamento artificiale del nervo salivale.

———ooooo-ooooo———

SULLE ASSOCIAZIONI POLIGENICHE DEI COMPOSTI MINERALI; STUDI DEL PROF. BOMBICCI.

(Estratto dell'Autore).

Il concetto che moltissime specie minerali di natura chimica complessa, derivino da un ordinamento simetrico ed equilibrato di differenti molecole, *persistenti nelle loro individualità*, diede luogo ad alcune successive pubblicazioni nelle quali esso venne formulato « *associazione poligenica delle specie minerali* ».

Vollesi con quest' espressione accennare ad un aggregato meccanico, equilibrato e simetrico, delle particelle fisiche dei minerali, ed alla possibile molteplicità dei derivati per il variare di queste particelle sia nelle qualità, sia nelle quantità loro, assolute e relative.

La prima memoria pubblicata sopra questo soggetto ebbe a suo principale scopo dimostrare che la serie dei così detti *solfuri doppi* o *sulfosali*, può venire interpretata utilmente siccome data dalle associazioni dei più semplici e meglio definiti solfuri metallici col sesquisolfuro di antimonio, il quale vi si unisce nello stesso modo fisico, con cui l' acqua detta *di cristallizzazione* si unisce ai composti anidri, idratandoli.

Ed invero, considerato il sesquisolfuro d' antimonio quale elemento di cristallizzazione di certi solfuri, spiegasi il suo ufficio dinamico nei composti solforati di secondo ordine;

spariscono quelle difficoltà che le atomicità differenti dell'antimonio e degli altri radicali monoatomici e biatomici indussero nell'interpretazione razionale dei composti *suddetti*; si riconducono tutti i termini della serie, così svariata, dei solfuri minerali ai pochi tipi dei meglio caratterizzati per composizione e per forma; si offre la spiegazione dei polimorfismi di varii solfuri doppi, applicando, per il solfuro d'antimonio (e ciò vale per i suoi analoghi, quello d'arsenico a modo d'es.), la stessa legge che fino dalle scoperte del Mitcherlitch conoscesi per i polimorfismi dei sali, suscettibili, nel loro idratarsi, di varie proporzioni di acqua, in funzione della temperatura ec. — Si generalizza, finalmente, un fatto, di cui nessuna ragione giustifica a favore dell'acqua l'assoluta esclusività.

Dovette l'A. in quella prima memoria premettere le conferme del fatto, oggimai generalmente accettato, della costituzione di speciali aggruppamenti di molecole nell'atto dei cambiamenti di stato fisico dei corpi. E questo, perchè più agevole riuscisse concepir l'idea dell'associazione poligenica; in quanto che, appunto quelli aggruppamenti o *particelle fisiche*, potrebbero entrare direttamente in azione nel formare i cristalli, e produrre, sia i tipi più semplici di composizione, sia le associazioni poligeniche complesse. Nel primo caso le particelle sarebbero tutte di un solo tipo; nel secondo, sarebbero fra loro differenti ma tuttavia compatibili per il loro reciproco equilibrio (1).

Instituite varie considerazioni sulla dottrina dell'*isomor-*

(1) Fu, discutendo quella dottrina sui cambiamenti di stato fisico dei corpi, che l'A. attribuendo le singolari proprietà delle quali godono certi corpi duri, come il vetro, le resine, le materie colloidi in generale, gomme, albumina, glutine, zucchero d'orzo, côlla ordinaria ec., le semiopali ec., *alla permanenza del meccanismo proprio dello stato liquido nelle singole particelle*, trovò conveniente riguardare quei corpi siccome *liquidi in rigidità*, anzichè *solidificati*, nel senso propriamente esatto e scientifico; e propose la denominazione di *corpi pseudosterei* per tutti quelli, che al pari del vetro non hanno veramente a comune con i solidi, se non durezza e resistibilità, permanendo negli altri loro caratteri le modalità e le attitudini dello stato liquido.

fismo, coll' intendimento di porre in chiaro la ragione vera della frequentissima variabilità di rapporto fra le quantità dei corpi isomorfi che si sostituiscono chimicamente in un dato composto, e di togliere quanto d' arbitrario erasi insinuato nelle applicazioni pratiche di quella dottrina medesima, l'A. utilizzò in fine i seguenti criterii nella dimostrazione delle associazioni poligeniche:

1. Calcolo delle analisi dei solfuri minerali, dal quale risulta che gli elementi mineralizzatori presentano sempre la proporzione necessaria alla formazione, con i metalli ed i metalloidi elettro-positivi, di combinazioni *identiche* a quelle delle singole specie minerali.

2. Il calcolo dei pesi specifici dei solfuri suddetti, generalmente costituiti da elementi solidi allo stato libero ed alla temperatura ordinaria; dal quale risulta che mentre il peso specifico dei composti binarii in generale varia notevolmente dalla somma dei pesi specifici de' componenti, ciascuno moltiplicato per la cifra della sua proporzione ponderale e diviso il prodotto per 100 (unità di peso adottata), si *mantiene invece, esso peso specifico eguale alla detta somma,* nei solfuri doppi, ed in generale nei composti giudicati come dipendenti da associazione poligenica.

3. La diretta osservazione di aggregazioni simetriche e regolari di visibili cristallini, differenti per forma e per composizione, e tuttavia concorrenti nel comporre un medesimo cristallo complessivo.

E come dati sperimentali:

1. La permanenza delle reazioni proprie e caratteristiche di due sali, nei cristalli ottenuti dal miscuglio delle loro soluzioni; e questo anche se quelle reazioni dipendevano dal modo di ordinamento atomico o molecolare, anzichè dalla natura dei componenti presi isolatamente.

2. La produzione artificiale di varii solfuri minerali, con i loro caratteri esteriori e fisici, abituali, unendo i solfuri che la teoria dell' associazione poligenica indica quali componenti loro; e perciò impiegando le proporzioni date dal calcolo dell' associazione poligenica stessa.

Inoltre, alcune sperienze per provare la possibilità nel

solfuro d' antimonio di funzionare rispetto a certi solfuri qual vero solvente, quale elemento di cristallizzazione, attivo in particolar modo nell' ordinamento meccanico molecolare dei cristalli de' composti solforati ai quali si associa.

Chiude la memoria il complesso dei calcoli istituiti per tutti i solfuri minerali conosciuti, e sulle loro più pregiate analisi, diretti a giustificare le nuove formule proposte, e le conclusioni teoriche colle quali esse si connettono.

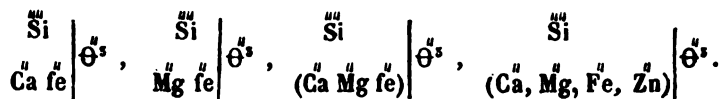
Nella fiducia d' aver realizzato, studiando sotto il nuovo punto di vista i solfuri minerali, favorevoli conferme dell'associazione poligenica delle molecole, nei composti cristallini, complessi, l' A. si rivolse senz' altro ai silicati minerali, convinto che la lunga e complicatissima loro serie avrebbe somministrato dati ben opportuni al rintracciamento del vero.

La prima conclusione cui venne *inevitabilmente* condotto dalle nuove ricerche fù questa; essere stati i silicati del tipo peridotico e pirossenico *gli stipiti della serie intiera dei silicati;* quelli cioè, che associandosi fra loro, molecola a molecola per generare i serpentini; od in varia proporzione di molecole per originare le cloriti; col silicato d' allumina per produrre i tipi feldispatici ec., rappresentano i *risultati diretti delle prime reazioni silicate* nella crosta terrestre, i materiali della prima pellicola scoriacea ivi formatasi; il peridoto avrebbe preesistito ai tipi pirossenici, derivandosi questi mercè l' azione ossidante esercitata dall' acqua specialmente sul ferro contenuto nel peridoto, sotto la probabile influenza di elevato calore.

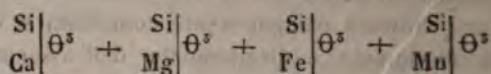
Mentre si stabilivano siffatte conclusioni preliminari, veniva a cognizione dell' Autore l' importantissima Memoria del Prof. A. Daubrée dell' Istituto di Francia, Memoria descrittiva delle sperienze che quell' illustre geologo aveva compiute sulle meteoriti ec. e nella quale, dopo i più notevoli risultati sui rapporti che esistono fra certe meteoriti e certe serpentine terrestri; sulla possibilità di convertire artificialmente i tipi delle une nei tipi delle altre, giungesi pure alla conclusione che il peridoto deve essere stato il silicato do-

minante e caratteristico della prima pellicola scoriacea nella crosta terrestre; che il pirosseno deve essergli succeduto, precedendo alla sua volta i silicati alluminiferi, e che le serpentine debbono essersi costituite in precedenza ai graniti. L' A. informando allora il Prof. Daubrée del come fosse stato condotto alla conclusione stessa per via tanto differente, e pubblicando il sunto di quella comunicazione, corredato di quadri sinottici, cercò far rimarcare che i silicati di natura chimica maggiormente complessa si deducono sempre più facilmente e direttamente dall' associarsi delle molecole di quei silicati più semplici *che appartengono alla stessa tribù od allo stesso loro genere*. Per es. sono molecole varie, ma tutte di tipo feldispatico, quelle che producono associandosi i feldispati più complessi; sono le formule più semplici di certe miche e di certi cloriti, quelle che sommandosi fra loro conducono alle formule delle miche e delle cloriti più complicate, e così di seguito.

Fece notare oltracciò, che in forza del più razionale concetto sulle sostituzioni chimiche per isomorfismo, una formula includente più radicali isoatomici ed isomorfi deve intendersi siccome una convenzionale ed artificiale espressione di più formule semplici *dello stesso tipo*, aventi ognuna uno soltanto di quei radicali. In altri termini, *non sono gli atomi* di corpi isoatomici che prendono parte diretta nella sostituzione che fa variare la natura chimica di una data specie; *sono bensì le molecole* di uno stesso tipo, le quali, fisicamente isomorfe, diversificano poi per l' intima natura dei loro componenti. Adducesi l' esempio del pirosseno, minerale spesso rappresentato con alcuna delle formule seguenti:

$$\left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si}\\ \overset{''}{Ca}\,\overset{''}{fe}\end{matrix}\right|\overset{''}{\Theta}^{3},\quad \left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si}\\ \overset{''}{Mg}\,\overset{''}{fe}\end{matrix}\right|\overset{''}{\Theta}^{3},\quad \left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si}\\ (\overset{''}{Ca}\,\overset{''}{Mg}\,\overset{''}{fe})\end{matrix}\right|\overset{''}{\Theta}^{3},\quad \left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si}\\ (\overset{''}{Ca},\overset{''}{Mg},\overset{''}{Fe},\overset{''}{Zn})\end{matrix}\right|\overset{''}{\Theta}^{3}.$$

Essendo inconcepibile, dietro tali formule, la permanenza dell' equilibrio nelle atomicità, nell' ordinamento atomico, e nelle fisiche proprietà che ne dipendono, quando certi elementi metallici s' aggiungono o si eliminano si trova ragio-

nevole il riguardare una data massa, la cui composizione corrisponde alla quarta per es. delle citate formule, composta da quattro qualità di molecole, le cui formule individuali sarebbero quelle del pirosseno di calce (Wollastonite), del pirosseno di magnesia (Enstatite), del pirosseno di ferro (Grünerite), del pirosseno di manganese (Rodonite), vale a dire:

$$\left.\begin{matrix}Si\\Ca\end{matrix}\right|\theta^3 + \left.\begin{matrix}Si\\Mg\end{matrix}\right|\theta^3 + \left.\begin{matrix}Si\\Fe\end{matrix}\right|\theta^3 + \left.\begin{matrix}Si\\Mn\end{matrix}\right|\theta^3$$

tutte del vero, unico e semplice tipo del pirosseno normale.

La sostituzione per isomorfismo sarebbe dunque, insieme al fatto delle idratazioni normali e dell'acqua di cristallizzazione, una delle più generali manifestazioni dell'associazione poligenica.

Ammesso l'equilibrio reciproco delle molecole inorganiche, ancorchè di natura chimica differente e più o meno complesse; e ciò, senza il loro disfacimento, senza reazione per assoluto cambiamento nel loro equilibrio atomistico, si concepisce che la forma poliedrica del corpo cui concorreranno a comporre, sarà come la risultante delle forme loro proprie, individuali e permanenti; sarà più o meno differente o modificata, a seconda della differenza fra le forme proprie delle une o delle altre molecole; e per aggruppamenti di molecole omeomorfe, darà la media dei loro singoli valori angolari. Questo ultimo fatto è pienamente avverato, riconoscendosi frequentissimo nelle famiglie dei carbonati, dei solfati, di varii ossidi ec. del regno minerale.

L' A. lo ha posto in luce ancora in varj silicati; e ricordando, mercè l'ostensione di opportuni prospetti, che le più belle, frequenti e ben distinte specie minerali, offrono valori lievemente oscillanti intorno ai valori caratteristici delle cristallizzazioni monometriche, dimetriche ed esagonali, (90° e 120°), trova possibile che fra i sistemi cristallini possano esistere, al pari che in ogni serie di cose create, dei graduati passaggi; e che pochissime, semplicissime, e regolari for-

me fondamentali spettino alle vere molecole primordiali dei minerali cristallini. Le varietà delle forme primitive, e specialmente le forme clinoedriche non dipenderebbero che dal vario modo di aggregazione poligenica delle forme più semplici: — Queste considerazioni vennero pubblicate dall'A. nella prelezione al corso di Mineralogia nella Università di Bologna, pel corrente anno scolastico 1867-68.

Finalmente, usciva nell'or decorso Aprile l'ultima e maggiore pubblicazione sopra questo argomento, nella quale la teoria delle associazioni poligeniche è applicata allo studio ed all'ordinamento di tutti i silicati minerali.

Alcune considerazioni generali precedono lo svolgimento del principale soggetto, che giova ripeterlo, consiste nel dimostrare come tutti i silicati complessi sieno derivabili dall'associazione meccanica di silicati relativamente più semplici, e come siffatta interpretazione della loro origine concordi colla massima parte dei caratteri spettanti alle fisiche proprietà, *alle condizioni di giacimento*, *alla natura delle rocce che li contengono*, *al modo ed al tempo di loro formazione*.

In quelle considerazioni generali l'A. insiste sopra l'utilità di distinguere una *reazione chimica*, compiutasi fra gli atomi di due o più molecole poste in presenza, e *la soluzione fisica*.

La reazione chimica, egli osserva, disfacendo le molecole in essa attive, muta le proprietà essenziali dei corpi; compiesi irrevocabilmente secondo determinate proporzioni, produce sempre lo stesso identico risultato purchè avverisi fra le stesse quantità ponderali degli stessi corpi, ancorchè varii notevolmente (non eccessivamente), la temperatura del mezzo. La soluzione fisica, si compie fra le molecole di un solido e quelle di un liquido, o fra i loro aggruppamenti; presiede ad una modalità del loro reciproco equilibrio; ma non le disfà, non le rinnuova, non genera nuovi composti e si effettua secondo variabili proporzioni, spesso tutelando le proprietà individuali delle molecole sulle quali si esercita. Ed insiste l'A. sopra questo argomento, per

evitare fin da principio l'opposizione che potrebbe derivare alle vedute da esso propugnate, dal volersi sistematicamente considerare del medesimo ordine i fenomeni della reazione chimica e quelli delle soluzioni, delle leghe, delle idratazioni e via dicendo; ed altresì per far risaltare maggiormente il concetto fondamentale dell' associazione poligenica, quello cioè della *permanente individualità ed integrità* delle molecole che si associano, in opposizione al fatto del loro disfarsi nelle vere reazioni chimiche, che è quanto dire, nelle *doppie decomposizioni*.

Cercato poi di ricondurre la legge data dal Mariotte, per il rapporto fra i volumi dei gas e le pressioni cui sono sottoposti, al grado di legge generale anzichè di *legge limite*, attribuendo le eccezioni che apparvero nei gas facilmente coercibili, ad una *superliquefazione*, paragonabile alle *iperfusioni* di alcuni liquidi che mantengonsi tali ancorchè scesi a temperature inferiori di quella della normale loro solidificazione, l' A. riassume concisamente i tratti più salienti della pubblicazione fatta dal Professore C. Weltzien, di Carlsruhe, nel 1864, sopra i silicati minerali, per valersi poi di questa stessa pubblicazione siccome punto di partenza e termine di confronto per ciò che spetta alle formule de' silicati medesimi. Accenna ad un criterio da adoprarsi per determinare se l' acqua contenuta in un dato silicato minerale sia di combinazione o di cristallizzazione; illustrandolo con gli esempi della apofillite e della pinite.

Fa notare un fatto che nell' ordine delle idee discusse è di valore grandissimo; l' acqua di cristallizzazione (l' acqua cioè in associazione poligenica colle molecole dei composti anidri), *può essere sostituita da altri composti funzionanti al pari di essa come elementi di cristallizzazione*, sia inducendo questa condizione strutturale, sia modificandola al variare di loro proporzione sotto l' influenza delle varie temperature. Tali per es. la magnesia ed il suo idrato normale; la silice ed il suo idrato normale; la zirconia, certi fluoruri e cloruri metallici; l' acido borico ancora, e notevolmente, in quanto che sembra attivo nell' indurre la tetraedria geometrica e strutturale nei cristalli dei quali fa parte in equilibrio meccanico.

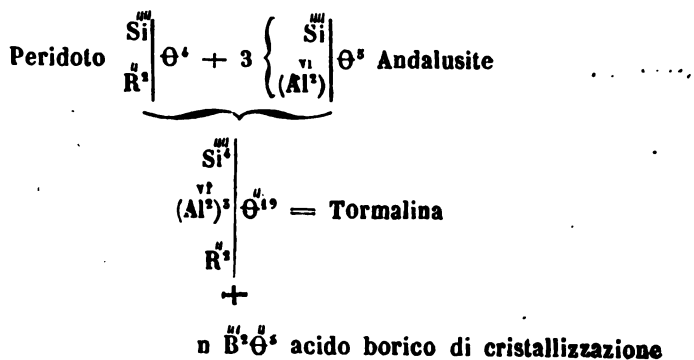
Nell' esporre tali particolarità, l' A. dimostra col bellissimo esempio delle tormaline e con quello de' silicati feldispatici del 1.° sistema come possano talvolta perdurare certe forme cristalline, per certe sostanze, abbenchè le loro molecole vadano aggregandosi con altre di più e differenti nature. Dimostra cioè, che la tormalina per es. mantiène i suoi caratteri cristallografici, la sua doppia emiedria, il suo abito esterno, le sue fisiche proprietà, ancorchè colle molecole del tipo più semplice dal quale è normalmente costituita si associno altre molecole differenti, sia di silicato d' allumina sia di silice, di feldispato, di lepidolite, di spinello, ec., con o senza sostituzione all' ossigeno di quantità equivalenti di fluorio.

Questo esempio della tormalina offre altresì il grande vantaggio di render palese finalmente, in modo assai semplice e giustificato dalle varie condizioni di giacimento del minerale, il mistero della sua composizione chimica normale, rappresentabile come appresso:

$$\text{Peridoto}\ \left.\begin{array}{c}\overset{''''}{Si}\\ \overset{''}{R}{}^{2}\end{array}\right|\Theta^{4} + 3\left\{\begin{array}{c}\overset{''''}{Si}\\ \overset{vi}{(Al^{2})}\end{array}\right|\Theta^{5}\ \text{Andalusite}$$

$$\left.\begin{array}{c}\overset{''''}{Si}{}^{4}\\ \overset{vi}{(Al^{2})}{}^{3}\\ \overset{''}{R}{}^{2}\end{array}\right|\overset{''}{\Theta}{}^{19} = \text{Tormalina}$$

$$+$$

$$n\ \overset{'''}{B}{}^{2}\overset{''}{\Theta}{}^{3}\ \text{acido borico di cristallizzazione}$$

Nell' esporre la composizione della tormalina non poterono darsi, fino ad oggi, che formule incerte e complicatissime, dandone fino a 12 lo stesso Prof. Weltzien nella citata pubblicazione.

Terminano le considerazioni generali, così premesse allo studio diretto dei silicati, varie indagini sulla vera causa delle pseudomorfosi di molte specie minerali; e dagli esempi ad-

dotti delle steatiti, delle scapoliti, dei kaolini ec., sembra posto in chiaro che esse pseudomorfosi non sono se non dissociazioni molecolari, vale a dire, le manifestazioni di un fatto inverso a quello dell'associazione poligenica, della quale esso darebbe perciò una nuova conferma.

Nella parte che più direttamente considera i silicati per classificarli, rintracciandone il meccanismo molecolare poligenico, l'A. comincia coll'esporre, mercè rapidi cenni e vasti quadri sinottici, il modo col quale dal silicato fondamentale peridotico può derivare il pirosseno; da entrambi, il serpentino; e progressivamente, l'origine degli altri tipi di silicati, cloriti e miche, granati, feldispati e zeoliti.

Ciò che fa seguito e compie la pubblicazione, non è che un confronto fra le formule date per le varie specie, nella dottrina de' poliacidi, ed i complessi poligenici che ne rappresentano il meccanismo probabile. Il confronto è accompagnato da considerazioni più o meno estese e dettagliate, a seconda dell'importanza della specie minerale cui si riportano e del significato utile degli argomenti ai quali si prestano.

Sono presi, generalmente, in considerazione i dati somministrati dal modo di giacimento delle singole specie, e dalle qualità dei materiali che vi si accompagnano; ciò che costituisce un punto di vista presso che nuovo e d'innegabile importanza.

L'ordinamento che per i silicati minerali risulta da questo lavoro, è di ben poca cosa diverso da quello *metodico*, adottato dai più distinti mineralogisti moderni; la qual cosa viene dall'A. notata fin da principio, derivandone altro favorevole argomento per la proposta teoria; questa infatti se conforme al vero, non poteva cambiare sostanzialmente i gruppi tassonomici del metodo naturale e dei migliori sistemi, attesa la razionalità delle basi sulle quali quello e questi si fondano, e la naturalezza dei gruppi generici stabiliti sopra la somiglianza di forma cristallina per consimile composizione quantitativa.

Da tutto ciò, viene impartito un carattere essenzialmente

sintetico alla mineralogia; accennato il meccanismo di loro formazione per le specie minerali, ed agevolata in conseguenza la riproduzione artificiale dei minerali stessi; resa, finalmente, possibile la spiegazione del processo forse più generale dei grandi e misteriosi fenomeni di metamorfismo delle formazioni, senza dover ricorrere sempre alle fusioni, alle liquefazioni o dissoluzioni delle roccie, ad eccessive azioni idriche o idro-plutoniche, a quei cambiamenti, in una parola, dello stato fisico, che richiedono enormi pressioni e temperature enormi, insieme ad ipotetiche reazioni chimiche per parte dell'acqua, sia alla superficie del globo, sia nelle regioni profonde della crosta terrestre.

OSSERVAZIONI E RICERCHE SULL' EPITELIO INTESTINALE; NOTA DEL PROF. G. ALBINI E DEL SIGNOR R. RENZONE.

Se vi è una funzione più necessaria agli organismi e nello stesso tempo più importante a conoscersi dal fisiologo, questo è appunto l' assorbimento degli alimenti, l' atto cioè, la forza il mezzo con cui una sostanza passa dal mondo esteriore nel torrente organico dei liquidi irrigatori. Per le piante la superficie assorbente è rappresentata dagli ultimi estremi delle radici, e per gli animali perfetti dall' epitelio intestinale, ov' essa in piccolo spazio aumenta cosiderevolmente di estensione.

Per comprendere il passaggio delle sostanze alimentari, sieno o no sciolte, attraverso l' epitelio intestinale, molte ipotesi ed opinioni vennero emesse da illustri scrittori sulla istologia di questo epitelio, senza però mai togliere di mezzo ogni dubbio circa l' attuazione del fatto fisiologico.

Ora avendo io inteso più volte il bisogno nel corso dell' insegnamento di spiegare a me e ad altri con maggior chiarezza un tale argomento, ho pensato d' istituire qualche ricerca in proposito, tanto più che dai giornali scientifici della Germania ho rilevato essersi ivi alcuni occupati non ha guari dello stesso quesito.

Siccome mi trovo di dover proseguire taluni lavori importanti, ho affidata una tale ricerca al mio allievo R. Renzone, partecipandogli in pari tempo le convinzioni che m'ero acquistato mediante esperienze ed osservazioni, fornendolo di direzione e dei mezzi i più opportuni al lavoro, e costatando io stesso ciascuno dei risultati che qui man mano andremo esponendo.

L'epitelio intestinale, soprattutto del tenue, si distingue indubitatamente secondo le ultime ricerche in due forme, cioè cilindrico e caliciforme; di entrambe noteremo le particolarità e per quanto è possibile la funzione.

Epitelio cilindrico.

Questo epitelio, che finora si è creduto tappezzare da sè solo tutta la superfice dell' intestino tenue, andrebbe meglio detto *conico,* giacchè, se ben si riflette, l' estremo libero delle sue cellule è molto più largo e non eguale all' altro estremo nascosto, come dovrebb' essere nel cilindro. E sebbene queste cellule variano di forma nello stesso ed in diversi animali, pure al microscopio presentano sempre la figura di un V molto allungato, che in rilievo corrisponderebbe ad un cono, il quale per la mutua compressione può divenire anche angoloso verso la base o piramidale.

Ciò posto, le cellule cilindriche o coniche che si vogliano, tappezzano tutta la mucosa intestinale e servono a proteggerla.

Questo epitelio nell' intestino assume un grande sviluppo per le molte stratificazioni di cellule rotonde e giovani che si trovano sotto alle cilindriche di già adulte, e che probabilmente le sostituiscono a misura che cadono (*Tav. VI. fig.* 1).

A queste cellule cilindriche dell' intestino si è voluto assegnare da certi autori una forma caratteristica, in modo da distinguerle nettamente da quelle di tutte le varie mucose; e ciò tanto per la osservazione diretta che per un bisogno della fisiologia. Secondo essi queste cellule avrebbero la parete libera munita esternamente di un coperchio o cappelletto piatto, il quale veduto di lato presenta delle strie

normali alle sue due superficie; strie, il cui significato non è ancora ben noto; alcuni le credono come particolari bacilli, altri come poro-canali scavati nel mezzo di una membrana molto spessa sovrapposta alla faccia libera della cellula, che è munita di una membranella sottile, anista e non foràta, in modo che in tali cellule il margine striato o cappelletto può anche cadere senza che in esse risultino dei fori (*fig.* 2.).

Siccome l' esistenza dei poro-canali facilita di molto la spiegazione di taluni fatti fisiologici, come l' assorbimento del grasso, dei pigmenti, delle uova di elminti e di qualunque altra sostanza ridotta in minutissime molecole, cioè non allo stato di vera soluzione, così ne viene che in ogni scuola la necessità fa ritenere quasi per certa e confermata la esistenza dei poro-canali, mentre per evitare qualche imbarazzo si dimentica quasi del tutto la ipotesi dei bacilli, la quale al certo si fonda più su i fatti che non la prima, quantunque non si presti a spiegare le funzioni. Osservando le cellule cilindriche dell' intestino in un cavia od in un coniglio adulto, le si veggono sormontate da una specie di cappelletto finamente e strettamente striato, delle quali strie una maggior parte si termina ad uno stesso *livello*, dando così l'aspetto di un limite o contorno superiore, mentre il resto fuoriesce più o meno irregolarmente (*fig.* 3.). Un tale aspetto lungi dal far supporre un cappelletto di membrana inspessita, con entro praticati dei canali, dimostra piuttosto dei veri bacilli molto fitti e grossi, analoghi a ciglia vibratili rimaste atrofiche e che tra gli ordinarii mammiferi si trovano (forse) soltanto nei cennati rosicanti e come alcuni vogliono anche nel cane. Il fatto però che nel cavia soprattutto il margine superiore del supposto cappelletto sia ineguale e munito di punte sporgenti irregolarmente e corrispondenti alle striature in modo da farle apparire come piccole ciglia unite strettamente tra loro è tanto chiaro e facile ad essere osservato, che non vi si possono aggiungere altri commenti.

Assodato ciò nel cavia e nel coniglio, cui appartengono quasi tutte le cellule a cappelletto striato che disegnano gli autori, veniamo al significato dei poro-canali.

Dapprima colla genesi ordinaria delle cellule non si saprebbe affatto spiegare la produzione del cappelletto o membrana inspessita sulle cellule cilindriche, che può anche distaccarsi, e molto meno quella dei canaletti aperti e così simmetricamente disposti. Se la cellula cilindrica adulta, come lo dimostrano quelle giovanissime che verranno a sostituirla, era una volta affatto sferica, e poi nell' ulteriore sviluppo, trovando lateralmente degli ostacoli ad ampliarsi più verso dentro che fuori dello strato epiteliale, dovette, com' è naturale, assumere quella particolare forma conica, cioè puntuta in dentro, allungata e stretta nel corpo, ed allargata alquanto e rigonfia nella estremità libera, restando così chiusa del tutto dalla consueta ed esile membrana cellulare anista, come mai la sua parete libera poteva ispessirsi tanto da assumere la forma di un crivello? Od anche supposto che il cappelletto sia come la cuticula delle piante un deposito segregato dalla superficie libera dell' epitelio, esso resterebbe sempre come questa un prodotto amorfo, omogeneo, continuo, al massimo con qualche granulazione, ma giammai sarebbe capace di acquistare canaletti così ben formati e disposti parallelamente, come li disegnano gli autori.

Ed inoltre, se la esistenza dei poro-canali venne ammessa più per un bisogno della fisiologia che per vera ed esatta osservazione diretta, come va che gli stessi autori che li ammettono, dicono il cappelletto poter anche distaccarsi senza che la cellula resti menomamente forata ed interrotta nella sua membrana? Con ciò lungi dallo sciogliere le difficoltà, le si complicano vieppiù, ed il grasso emulsionato, ed i pigmenti finamente granulosi una volta passati nei poro-canali non si sa comprendere come facciano ad entrare nelle cellule, trovando di fronte la membranella anista delle stesse. Ma, escludendo per ora l' uomo, si può mai negare con fermezza l' aspetto particolare che presentano le cellule cilindriche intestinali del cavia, del coniglio ec., cioè di un lungo cono nucleato a contenuto granuloso e sormontato da un cappelletto più o meno spesso, munito anche più o meno di strie verticali, che al margine libero si terminano irregolarmente? No. Dunque il cappelletto esiste in questi anima-

li (che sono i più frequenti alle osservazioni), ed il negarlo sarebbe un assurdo; la questione sta solo nello intenderne il modo di formazione e struttura. Esso non può essere una sostanza omogenea e comune a tutte le cellule cilindriche, come la cuticula sulle cellule epidermiche vegetali, perchè l'aspetto non l'offre tale, ed anche perchè staccandosi una sola cellula, essa presenta un cappelletto tutto a sè, intero, non frammentato, nè con residuo di altri: però questa libera individualità dei cappelletti è limitata, giacchè accade spesso di vedere come un piccol numero di cellule epiteliali si distacchino, mantenendosi fra loro unite pei soli cappelletti, mentre i singoli corpi cellulari allungati nuotano liberi (*fig.* 4); ed è appunto dopo qualche brusco trattamento microscopico che le si veggono distaccare ciascuna col suo cappello.

Per noi adunque riteniamo che il cappelletto è una produzione delle singole cellule che lo portano, ed è intimamente legato a ciascuna cellula cilindrica, costituendone una vera parte. Circa poi il modo di originarsi del cappelletto pare sia molto probabile il seguente.

Le cellule cilindriche dell' intestino sono di natura vibratile come quelle del laringe, soltanto che le ciglia sviluppate e funzionanti in alcuni animali (Branchiostoma) restano in altri atrofiche e prive di funzione, e ciò soprattutto nella comune dei mammiferi, in cui le ciglia giunte ad una certa lunghezza, si arrestano e vengono rinchiuse e sepolte da una particolare sostanza cornea omogenea segregata dalla stessa cellula, e che insieme alle ciglia costituisce un cappelletto solido, refrattario ai succhi intestinali, e capace di difendere e conservare l'integrità della cellula sottostante. Non bastava alla natura d'aver provvista la superficie intestinale di cellule cilindriche lunghe e fitte, volle benanche proteggere la stessa cellula d'un coperchio duro e refrattario, il quale si vede sormontare quasi tutte le cellule cilindriche dei dotti escretori, quantunque queste non abbiano ciglia; ed in particolare nell' epitelio della papilla renale, ove la parete libera della cellula, più cubica che cilindrica, è alquanto spessa, giallognola e resistente a tal segno, che in qualunque

movimento e posizione della cellula, quella faccia non cangia mai la sua figura quadrilatera.

Nell' uomo le cellule cilindriche dell' intestino sono alquanto corte, di una forma più prossima al cilindro che al cono, rigonfiate nel mezzo per il nucleo, con contenuto granuloso, e mancanti assolutamente di cappelletto striato. Invece esse hanno la faccia libera più o meno poligonale, alquanto inspessita, lucida e di colore giallognolo, quasi come sostanza cornea (*fig.* 5). Esse sono disposte l'una presso dell' altra, ed hanno al di sotto uno o due strati di cellule nucleate e rotonde (*fig.* 1). (Questo ben s' intende è il risultato delle nostre osservazioni fatte sopra cadaveri d' infermi morti negli ospedali).

Negli uccelli granivori sono molto corte.

Nei serpenti le cellule intestinali sono coniche ed allungatissime; esse hanno un cappelletto giallognolo ed abbastanza striato (*fig.* 6).

Nelle rane queste cellule sono coniche, con nucleo grosso e chiaro, con uno o due nucleoli, aventi alla superficie libera un coperchietto sottile, giallognolo e senza strie apparenti (*fig.* 7).

Infine è notevole la natura cornea dei cappelletti o meglio cuticule di queste cellule, giacchè trattate con acido acetico esse da gialle e lucide che erano, si tumefanno, sporgono dalla cellula a mo' di fungo, e divengono bianche e trasparenti fino a sparire del tutto dopo alcun tempo dall' aggiunzione dell' acido (*fig.* 8). Questo fatto si è osservato pure in un modo evidentissimo sulle cellule cilindriche della papilla renale di un gatto, tra le quali una, che aveva il cappelletto giallo e duro, sotto l' azione dell' acido acetico l' ha presentato incoloro, trasparente e cedevole (*fig.* 9).

Epitelio caliciforme.

Da oltre un anno F. Schulze in Germania con una breve comunicazione ha accennate ed in parte descritte le cellule a calice dell' intestino, assegnandone in pari tempo la funzione, cioè di servire all' assorbimento dei grassi. (*Central-blatt für die medic. Wissenschaften* 1866. N. 11).

Poco dopo altri autori, come **Eimer, Arnstein,** han contradetta la esistenza propria e la funzione di queste cellule, credendole graduate metamorfosi delle cellule cilindriche. I risultati delle nostre osservazioni fatte su varii animali sono i seguenti.

Guardando di sopra un largo tratto di epitelio intestinale (*fig.* 10) di un mammifero ordinario o di un uccello, si veggono sparse qua e là in un pavimento di cellule cilindriche alcune cellule più grandi e globose. Disfacendo con un maltrattamento qualunque l'epitelio, e lasciando separare le cellule si veggono queste per la massima parte cilindriche, con cuticola ialiana, con nucleo, nucleolo ec., e per il resto trovansi delle cellule di una forma singolare, netta e precisa, simile a quella di un calice, onde ben si dicono *cellule caliciformi*, sebbene manchino di un piede piatto.

Queste cellule hanno un corpo affatto trasparente e di varia forma, come globoso, ovale, piriforme, imbutiforme ec., il quale verso sopra termina ordinariamente (nelle cellule maltrattate per l'isolamento, e tenute per qualche tempo nell'acqua o nella glicerina) con un'apertura più o meno ampia, che è limitata da una specie di collaretto circolare, cui segue un margine o lembo sottilissimo ed arrovesciato in fuori. In sotto segue il corpo ovale della cellula che presenta un contorno ben netto, che pare chiuda la cavità della cellula; a questo contorno o fondo concavo segue come un segmento di sfera o meglio di cono, lungo o corto, non trasparente, ma per lo più riempiuto di una sostanza gialla molto rifrangente la luce e granulare. Finalmente segue una coda più o meno lunga, come nelle cellule cilindriche dell'intestino, ma più sottile (*fig.* 11).

Queste cellule caliciformi, della forma caratteristica come le abbiamo descritte, trovansi solo nell'intestino tenue e poche nel grosso; però tra gli altri epitelii cilindrici del corpo accade talvolta di trovare delle cellule un poco più trasparenti e più globose, ma esse non sono gran fatto diverse per forma delle cilindriche compagne, nè del tutto simili alle caliciformi dell'intestino.

Le cellule a calice sono lunghe quanto le cilindriche compagne, ma molto più larghe (*fig.* 12, *a-b*).

Osservate nell' uomo adulto si veggono corte, con apertura stretta e con coda o processo molto raccorciato (*fig.* 13). Il loro numero nell' adulto rispetto alle cilindriche è di 1: 20.

Nel feto umano a termine le cellule caliciformi sono molto globose, con piccolissima coda (*fig.* 14), ed al di sopra presentano o un contorno intero e non interrotto, o pure un' angustissima apertura (*fig.* 15, *a-b*); qualche rara volta un lungo margine laciniato ed arrovesciato all'esterno (*fig.* 16). Esse colle cilindriche stanno nella proporzione di 1: 5.

Nel gatto, nel cane, nel coniglio e nel cavia le cellule caliciformi si veggono sufficientemente bene in tutto il tratto dell' intestino tenue, senza presentare nulla di particolare.

Nel riccio, dove le abbiamo viste la prima volta con estrema chiarezza, si presentano allungate, con ampia apertura, di forma elegante (*fig.* 11), e per lo più ciascuna cellula è sormontata da una grande vescica trasparentissima (*fig.* 17), il cui contorno si continua con quello della cellula, e solo si vede sotto certe incidenze di luce, e dopo varii tentativi; questa specie di globo limpido si osserva soprattutto quando si tratta con acqua l' epitelio conservato nell' alcool, e se si esercita una leggiera pressione sparisce come se scoppiasse, rimanendo integra la cellula sottostante; ciò che si osserva nell' uomo (*fig.* 18) e negli animali.

Alle volte guardando di fianco un nastro di epitelio di riccio, in cui le cellule si presentano per la loro lunghezza, abbiamo osservato al margine libero ed in corrispondenza delle cellule caliciformi tante cupolette trasparentissime, e con contorno giallognolo molto rifrangente (*fig.* 19).

Negli uccelli granivori sono di piccole dimensioni, e perciò proporzionali alle cilindriche (*fig.* 20).

Le cellule caliciformi si trovano nelle glandole di Lieberkühn e su i villi intestinali, soprattutto al loro apice, ove al margine l' epitelio presenta delle fossette, che corrispondono alle cellule a calice nella proporzione di 1: 4 cioè ogni cellula caliciforme ha una corona di uno o due strati di cellule cilindriche (*fig.* 10).

Queste cellule quando stanno in sito tra le cilindriche ordinariamente sono chiuse, e come si vede nel feto umano

contengono nel loro interno una piccola cellula a contorno granulare con nucleo e contenuto granuloso, la quale una volta che la cellula madre caliciforme è stata isolata, e colla compressione si è aperta, non più vi si ritrova (*fig.* 21).

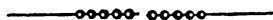
Posti adunque questi fatti d' osservazione, ci sarà lecito conchiudere accennando in poche parole alla possibile funzione di questi elementi cellulari tanto cilindrici che caliciformi.

Le cellule cilindriche, per quel che si è detto di sopra, essendo fornite di una cuticola pressochè di natura cornea, servono poco o nulla all' assorbimento dei liquidi del chilo, ed invece esse avendo le analoghe in altri dotti escretori servono a rivestire e proteggere la muccosa ed i tessuti sottostanti, similmente come le cellule cilindriche della pelvi e papilla renale munite di un cappelletto o cuticola bruna e resistente valgono a proteggere i tessuti dall' azione caustica dell' urina. Queste cellule però invecchiandosi subiscono la metamorfosi mucosa, ed il loro nucleo molto grande, e divenuto una vera cellula, resta libero come corpuscolo del muco.

Per lo contrario le cellule caliciformi trovandosi nella loro forma tipica e nelle più grandi dimensioni soltanto nell' intestino tenue e molto scarse nel grosso, mancando di qualunque rivestimento alla faccia libera, ed anzi essendo fornite di una membrana estensibilissima e capace di far realizzare i più minuti fenomeni osmotici, sono esse che al pari dei peli radicali del Gasparrini assorbono i materiali sciolti unicamente per legge di diffusione, che indubitatamente deve avere gli stessi mezzi per attuarsi tanto nelle piante che negli animali.

E ciò dunque per le sostanze alimentari veramente sciolte. Ma nel torrente circolatorio penetrano pure sostanze non sciolte, come i grassi in emulsione, alcuni germi minutissimi, i granuli di pigmento, ad esempio il nero dell' occhio, che non ha guari io dimostrava arrivato fin nelle glandule mesenteriali di un ratto bianco al quale l' aveva somministrato

coll' alimento, ed il polviscolo di carbone che trovammo parimenti nelle glandule mesenteriali di un cardellino che da oltre sei mesi era stato in una bottega di carbonaio; ora pare almeno potersi ammettere senza alcuna ripugnanza che periodicamente si verifichi la caduta di cellule epiteliali e soprattutto nella digestione, per cui parte delle sostanze non sciolte contenute nell' intestino possono capitare negli spazii intercellulari, nel congiuntivo sottomucoso e quindi nelle lacune linfatiche dei villi (1). Queste lacune dopo essersi vuotate per contrazione dei villi stessi, vengono novellamente distese dall' afflusso di sangue nella rete dello stroma, e così si verifica una vera suzione sul chilo. Assorbimento o suzione coadiuvata meccanicamente dalla pressione della parete-intestinale sul contenuto, dai movimenti respiratorii che fanno funzione di pompa aspirante e premente sopra di un sistema di canali muniti da valvole quali sono le vene ed i linfatici, e fisicamente dalla perspirazione polmonare e cutanea, che stabilisce una specie di circolazione interstiziale centrifuga, come appunto l' ascensione della linfa dei vegetali è in parte una funzione dell' evaporazione delle foglie.

---

(1) In un cardellino ucciso durante l' assorbimento si osservarono delle goccioline di grasso riempire il vano d' una cellula caliciforme caduta (*fig.* 22.).

SOPRA LA ELETTRODINAMICA; NOTA DI ENRICO BETTI.

1.

Gauss in una lettera a *Weber*, pubblicata nel Volume V. della Collezione delle sue Opere, scriveva nel 1845, che per *dedurre* le forze da aggiungersi a quella che si esercita tra le particelle di elettricità in quiete, quando esse sono in moto relativo, convenga supporre che l' azione non sia *istantanea*, ma che si propaghi col tempo, in modo simile a quello che si è trovato per la luce, ed aggiungeva che lasciò questo genere di ricerche nel 1836, senza riuscirvi, ma però colla speranza di riuscirvi più tardi, e coll'opinione che fosse necessario di formarsi una rappresentazione costruibile del *come* questa propagazione avvenisse. Nel 1858 *Riemann* presentò all' Accademia delle Scienze di Gottinga un articolo pubblicato dopo la sua morte nel n.° 6 degli *Annali di Poggendorf* del 1867, in cui deduceva il Potenziale di due correnti chiuse costanti, l' una sull' altra, ammettendo che l' azione dell' elettricità si propaghi nello spazio con velocità uniforme uguale a quella della luce, e supponendo che la corrente consista nel movimento delle due elettricità positiva e negativa che vanno contemporaneamente nel filo in direzioni opposte, ed aggiungendo che le somme dei prodotti dell' elettricità po-

sitive e negative moltiplicate per una funzione delle coordinate dei punti del filo, siano trascurabili rispetto alle somme delle sole elettricità positive o delle sole negative moltiplicate per la stessa funzione. Questo concetto della corrente elettrica tutto ideale è poco in armonia con ciò che si conosce di esso, e pare che *Riemann* non ne fosse sodisfatto, avendo ritirato l' articolo dalla Segreteria dell' Accademia, ed essendosi astenuto dal pubblicarlo. Quindi mi sembra che non sarà senza importanza il dimostrare come si possano spiegare le azioni elettrodinamiche per mezzo della loro propagazione col tempo, e ritenendo che l' azione della elettricità dinamica sia secondo la legge di Newton come quella della elettricità statica, senza fondarsi sopra quel concetto, e supponendo invece che la corrente consista in una polarizzazione periodica degli elementi del filo, che è più in armonia con tutti i fatti conosciuti.

2.

Il Potenziale di una corrente chiusa costante, sopra un'altra corrente chiusa costante, quale è stato verificato dalle più accurate esperienze, è:

$$P = \varepsilon\,\varepsilon' \int_s\int_{s'} \frac{\cos\,(ds, ds')}{r}\, ds\, ds' ,$$

dove $\varepsilon, \varepsilon'$ sono le intensità delle due correnti, r la distanza di due elementi ds e ds' delle curve chiuse percorse dalle correnti, (ds, ds') l' angolo che questi fanno tra loro, e gli integrali debbono essere estesi a tutti i contorni di queste curve.

Ora, essendo (x, y, z) le coordinate di un punto della curva s, e $(x', y'\, z')$ quelle di un punto della curva s', sarà:

$$r^2 = (x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2.$$

Onde:

$$\frac{1}{2}\,\frac{d^2\,(r^2)}{ds\,ds'} = -\frac{dx}{ds}\,\frac{dx'}{ds'} - \frac{dy}{ds}\,\frac{dy'}{ds'} - \frac{dz}{ds}\,\frac{dz'}{ds'} = -\cos\,(ds, ds'),$$

e quindi:

$$P = -\frac{\varepsilon\,\varepsilon'}{2}\int_s\int_{s'}\frac{d^2(r^2)}{ds\,ds'}\,\frac{ds\,ds'}{r}\,.$$

Integrando per parti prima rapporto ad s, e poi rapporto ad s', ed osservando che gl' integrali di differenziali di funzioni continue estesi a tutta una curva chiusa sono nulli, abbiamo:

$$(1)\qquad P = -\frac{\varepsilon\,\varepsilon'}{2}\iint r^2\,\frac{d^2\frac{1}{r}}{ds\,ds'}\,ds\,ds'\,.$$

3.

Gli elementi delle due curve chiuse s ed s' siano polarizzati periodicamente cioè agiscano gli uni sugli altri come se fossero elementi magnetici coll' asse nella direzione delle tangenti alle curve, e che avessero i rispettivi momenti m ed m' variabili col tempo, cioè:

$$m = f(t)\,ds\,,\qquad m' = F(t)\,ds'$$

dove $f(t)$ e $F(t)$ sono funzioni che riprendono i medesimi valori ad intervalli piccolissimi di tempo uguali a p.

Supponendo che l'azione si propaghi nello spazio colla velocità c, il potenziale di una linea sull' altra in un intero periodo, sarà:

$$(2)\qquad W = \int_0^p dt\int_s\int_{s'} f(t)\,F\left(t-\frac{r}{c}\right)\frac{d^2\frac{1}{r}}{ds\,ds'}\,ds\,ds'\,.$$

I momenti delle correnti abbiano non solo lo stesso periodo, ma varino anche colla stessa legge, e possano differire soltanto nella *fase*. Allora avremo:

$$f(t) = e\,\phi(t)\,,$$
$$F(t) = e'\,\phi(t + \sigma)\,,$$

essendo $\sigma < p$.

A cagione della piccolezza di σ e di $\frac{r}{c}$ potremo porre:

$$F\left(t - \frac{r}{c}\right) = e'\,\phi\left(t + \sigma - \frac{r}{c}\right)$$

$$= e'\,\phi(t) + \left(\sigma - \frac{r}{c}\right)\phi'(t) + \left(\sigma - \frac{r}{c}\right)^2 \frac{\phi''(t)}{2}\,.$$

Sostituendo nella formula (2) questo valore, ed osservando che abbiamo:

$$\int_s\int_{s'} \frac{d^2 \frac{1}{r}}{ds\,ds'}\,ds\,ds' = o\,,$$

e che a cagione della periodicità di $\phi(t)$, è:

$$\int_0^p \phi(t)\,\phi'(t)\,dt = o\,,$$

si ottiene:

$$W = \frac{e\,e'}{2}\int_0^p \phi(t)\,\phi''(t)\,dt \int_s\int_{s'} \left(\sigma - \frac{r}{c}\right)^2 \frac{d^2 \frac{1}{r}}{ds\,ds'}\,ds\,ds'.$$

Ora sia la durata p di un periodo molto piccola anche rispetto al tempo in cui l' azione elettrica si propaga alla

unità di distanza, in guisa che e possa trascurarsi rispetto ad $\frac{r}{c}$. Allora avremo:

$$W = -\frac{e e'}{2} \int_0^p \frac{\phi(t)\,\phi''(t)}{c^2}\,dt \iint_{s\,s'} r^2 \,\frac{d^2 \frac{1}{r}}{ds\,ds'}\, ds\,ds'.$$

A cagione della periodicità di $\phi(t)$, integrando per parti, si ottiene:

$$\int_0^p \phi(t)\,\phi''(t)\,dt = -\int_0^p \left(\phi'(t)\right)^2 dt .$$

Quindi, ponendo:

$$\int_0^p \left(\phi'(t)\right)^2 dt = a^2,$$

$$a e = \varepsilon \quad , \quad a e' = \varepsilon' ;$$

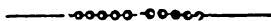
avremo:

$$W = -\frac{\varepsilon\,\varepsilon'}{2} \iint_{s\,s'} r^2 \,\frac{d^2 \frac{1}{r}}{ds\,ds'}\, ds\,ds' .$$

che coincide col Potenziale dato dalla formula (1), e come in quella ε ed ε' sono quantità proporzionali alle intensità delle due correnti.

Dunque, le azioni elettrodinamiche possono spiegarsi, ammettendo che si propaghino nello spazio con velocità uguale a quella della luce, che si esercitino secondo la legge di *Newton* come le azioni elettrostatiche, che le correnti consistano in una specie di polarizzazione dei loro elementi

variabile periodicamente, che la legge della variazione sia uguale in tutte le correnti, e che la durata del periodo sia piccola anche rispetto al tempo che impiega l'azione a propagarsi alla unità di distanza.

Pisa, 25 Maggio 1868.

TENTATIVI PER IMITARE IN GRANDE IL MOVIMENTO DEI CORPUSCOLI DEL SANGUE NEI PIU' MINUTI VASI SANGUIGNI; MEMORIA DEL PROF. GIACOMO MOLESCHOTT.

Ai fisiologi è noto il modo diverso di comportarsi dei corpuscoli rossi e bianchi del sangue, mentre essi attraversano i più larghi vasi capillari, e piccolissime arterie o vene. L'esame microscopico dimostra che i corpuscoli rossi costituiscono una colonna centrale, circondata da una zona periferica in cui i rossi fanno difetto, appariscono invece i bianchi a proporzione del loro numero, il quale, nel sangue della rana per condizioni normali, sta a quello dei rossi come 1 : 8 (1), mentre nell' uomo il rapporto medio equivale ad 1 : 357 (2). I corpuscoli bianchi, per trovarsi nella zona periferica, si muovono con minor velocità, secondo Ernesto Enrico Weber oltre a dieci volte minore di quella dei rossi che corrono vicini al centro. Ma non di rado i corpuscoli scoloriti si fermano, quasichè rimanessero attaccati alla parete o spinti contro di essa, e frequentemente si osserva

(1) Donders e Moleschott, in *Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaftn*, *herausgegeben von* Van Deen, Donders und Moleschott, Düsseldorf und Utrecht, 1846, vol. 1, p. 367.

(2) Moleschott in *Wiener medicinische Wochenschrift*, 1854, p. 117.

che nel muoversi descrivono rotazioni intorno ad un asse situato in un piano perpendicolare all' asse del vaso. Nella membrana interdigitale della rana a queste osservazioni si prestano assai bene le piccole vene, nelle quali il letto circolatorio è abbastanza largo per presentare una bella zona periferica (o plasmatica come alcuni la chiamano per causa della deficienza dei corpuscoli rossi), mentre in tali vene la corrente, sebbene più veloce che nei capillari, non è ancora troppo rapida per far distinguere le varie fasi dei corpuscoli. Quelle rotazioni non si osservano che raramente nei corpuscoli coloriti; si potrebbe dire soltanto in via d' eccezione.

Il Donders vuole spiegare i diversi fenomeni del movimento delle due sorte di corpuscoli, ripetendone la causa dalla loro densità o forma diverse (1). I corpuscoli rossi sono più densi dei bianchi, i primi nel plasma o nel siero del sangue si abbassano, i secondi invece vengono a galla. Nella rana i corpuscoli rossi sono ellissoidei, i bianchi sferici. Dalla maggior densità dei corpuscoli coloriti ne viene di conseguenza che ad essi compete un maggior movimento meccanico e quindi incontrano minor resistenza nei fili centrali della colonna sanguigna, poichè questi si muovono con maggior velocità. I corpuscoli bianchi siccome sferici, purchè il loro centro non percorra proprio l' asse dei vasi, ricevono una spinta più forte sulla metà della sfera diretta verso il centro della colonna sanguigna, che non su quella che guarda la superficie, e quindi rotano intorno ad assi collocati in un piano perpendicolare all' asse vasale. Ma per la rotazione si consuma una parte della forza impellante, e pertanto i corpuscoli scoloriti si muovono con minor velocità, il che, secondo Donders, li farebbe tendere alla periferia, dove si trovano fili del liquido che scorrono con lentezza uguale a quella da essi acquistata. Ripetendosi quella spinta che li fa rotare, i corpuscoli bianchi sovente dovrebbero urtare contro la parete del vaso, ed aggiungendosi l' attrito all' altra causa che ne rallenta il movimento, potrebbero anche fermarsi sulla parete, aggruppandosi talvolta in una fila di piccole sfere.

(1) Donders, *Nederlandsch lancet*, 3 serie, Jaargang V, p. 130; Donders, *Physiologie des Menschen*, Leipzig, 1859, 2 Auflage, V. I. p. 135, 136.

A queste idee del Donders, alle quali, per quanto si riferisce alla presenza dei corpuscoli bianchi nello strato periferico della colonna sanguigna, l'idraulica non fa buon viso, cercò di dare maggiore sviluppo il Gunning (1). Questo osservatore tentò ancora di rendere dimostrabile il movimento diverso di corpuscoli differenti per foggia e densità, mescolando ad acqua i semi di *Origanum majorana* che secondo lui hanno peso specifico minore dell' acqua, insieme ai semi di una specie di papavero che lo hanno maggiore. Se non che il risultato di queste sperienze, istituite coll' aiuto di un recipiente unito a tubi di vetro, al giudizio dell' autore medesimo, non fu troppo felice. Riuscì bensì al Gunning l' osservare le rotazioni che il Donders aveva predette colla sua teoria del movimento rotatorio dei corpuscoli bianchi del sangue, ma egli non verificò la tendenza dei corpuscoli rotanti ad avvicinare la superficie, e quindi non pare che egli abbia veduto quella così caratteristica distribuzione dei diversi corpuscoli fra la parte centrale della corrente e la sua zona periferica (2).

Dopo molti tentativi che io feci con semi diversi, ed in cui non aveva miglior fortuna del Gunning, trovai nel 1864 due semi che fino ad un certo punto si prestano bene ad imitare in grande i movimenti delle due specie di corpuscoli sanguigni. Il nostro illustre Vice-Presidente, Senatore Moris, ebbe la squisita gentilezza di determinare la provenienza di questi semi, che io aveva scelti in un negozio di semenze. Quei da me destinati a fare le veci dei corpuscoli sanguigni rossi sono gli acheni di *Lactuca sativa* L., neri, oblunghi, appianati, ovoidei, striati, lunghi da 3 $^1/_2$ a 4 millimetri e nel maggior diametro trasversale larghi da 1 a 1 $^1/_2$mm.; essi tendono ad abbassarsi in una soluzione concentrata di sale di cucina che io sostituisco all' acqua in queste sperienze. I supplenti dei corpuscoli bianchi del sangue erano i semi di *Coriandrum sativum* L., sferoidei ed alquanto ruvidi per la presenza di piccole coste; il loro diametro maggiore misura da 4 a 4 $^1/_2$ e qualche volta 5 mm., il

(1) W. M. Gunning, *Untersuchungen über Blutbewegung und Stasis*; in Donders und Berlin, *Archiv für die Holländischen Beiträge zur Natur-und Heilkunde*, Utrecht 1858, V. I, p. 310-328.

(2) Gunning, l. c., p. 325-326.

minore da 3 $^1/_2$ a 4; essi nuotano alla superficie della soluzione di cloruro di sodio.

Introduco questo mescuglio salino, contenente i semi di lattuca e di coriandro, in una modificazione del celebre modello col quale il Weber dimostrava così felicemente alcune verità fondamentali d' idraulica applicata alla circolazione del sangue. Nel modello del Weber un pezzetto d' intestino convenientemente attaccato all' estremità di un breve tubo di legno ed introdotto in un tubo di vetro, nel quale si mantiene in sito coll' aiuto di fili di seta fissati al capo opposto di quest' ultimo, fa le veci delle valvule arteriose, un altro identico le veci delle valvule venose del cuore. Il primo apparecchio valvulare si apre per la compressione del pseudo-cuore, mentre il secondo in quel momento si chiude; alla dilatazione del cuore la prima valvula si chiude e la seconda si apre, e con ciò si ha l' angolo di quanto succede per le valvule semilunari e le auriculo-ventricolari. Un lungo tratto d' intestino che fa seguito alla valvula arteriosa imita il sistema delle arterie, il quale si continua con un tubo di vetro in cui, per mezzo di una spugnetta o di un poco di garza, si genera al passaggio del liquido una resistenza che deve rassomigliare a quella che il sangue ha da vincere nei vasi capillari. Finalmente a questo pseudo-sistema capillare tien dietro un altro tubo intestinale il quale terminandosi colla valvula venosa fa la parte delle vene e sbocca nel cuore. Vicino a questa valvula si è praticata un' apertura che riceve un imbuto per empiere l' intero sistema di liquido. Al fine di potermi servire per un tempo prolungato di quell' ingegnoso modello del Weber sostituisco tubi di gomma elastica vulcanizzata a quei pezzi d' intestino che devono rappresentare il cuore, il sistema delle arterie e quello delle vene, fabbricando le valvule precisamente siccome il Weber lo consigliò; al semplice tubo intestinale che tiene luogo delle vene sostituisco due tubi paralleli di gomma elastica a parete alquanto più sottile e di diametro maggiore, per imitare la maggior capacità del letto circolatorio delle vene, insieme alla maggior cedevolezza della loro parete in paragone di quella delle arterie (1). Per applicare que-

(1) Nel modello della circolazione da me adoperato ad imitazione di

sti due tubi si richiedono due tubi d' ottone biforcati, dei quali l' uno rivolge il suo tronco semplice verso il pseudo-sistema capillare, l' altro verso la valvula venosa. Per empire al grado conveniente di tensione l' apparecchio, essendochè il sistema circolatorio trabocca di sangue, mi servo di un imbuto d' ottone con gambo di circa un metro d' altezza, il quale è unito ad un pezzo di tubo d' ottone coricato sovra un solido piede ed intercalato fra la valvula venosa ed il principio del cuore; una chiave chiude o apre la parte inferiore del gambo dell' imbuto.

Con questa modificazione del modello del Weber poche compressioni del pseudo-cuore bastano per produrre tale disuguaglianza di pressione, in favore del liquido contenuto nella parte dell' apparecchio che imita le arterie, da generare una corrente diretta da questa verso la parte che rappresenta le vene. La corrente dura, con decrescente velocità, per 3 a 8 minuti secondi dopo l' ultima compressione del pseudo-cuore. Dopo una sola compressione del cuore il movimento continua da 3 a 4 minuti secondi, ossia per un tempo che supera da oltre 6 a 8 volte la durata della diastole dei ventricoli del cuore. Imperocchè questa nell' uomo adulto impiega quasi il tempo di un mezzo minuto secondo — 0",486 — ammettendo nell' età di 25 a 50 anni la media frequenza di 72 battiti cardiaci per minuto primo, ed il rapporto fra la durata della sistole e quella della diastole uguale a 5:7. La corrente si osserva in un tubo di vetro che fa parte dell' imitazione del sistema capillare, ed in questo viene dietro ad un altro tratto di tubo il quale contiene la garza, che non si protrae nella regione destinata all' osservazione del movimento dei corpuscoli.

Ora questi prima di tutto offrono, per rapporto ai diversi fili della colonna liquida, distribuzione analoga a quella che è tanto conosciuta per le due specie di corpuscoli sanguigni. I

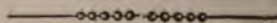
quello del Weber, il pseudo-cuore è un tubo di gomma elastica lungo 27,5 cm. col diametro della luce di 5 cm. e lo spessore della parete di 3 1/3 mm.; il tubo arterioso misura 246 cm., nel diametro della luce 1,7 cm., nello spessore della parete 3 mm.; dei tubi venosi l' uno è lungo 275, l' altro 260 cm., la luce di essi ha il diametro uguale a 2 cm., la parete lo spessore di 1 2/3 mm.

semi neri di lattuca tendono al centro, i bianchi di coriandro alla periferia. Al pari dei corpuscoli rossi ellissoidei del sangue di rana, i semi ovoidei ed appianati di lattuca il più sovente dirigono il loro asse in tal guisa da non formare che piccoli angoli coll' asse del tubo, e quindi le loro piccole testoline opponendo una superficie poco estesa al liquido che si move, le velocità dei diversi fili che li spingono non sono abbastanza diverse per indurli a rotare. Qualche volta però si scorgono di questi semi i quali, avendo il loro asse maggiore in una sezione trasversale o poco obliqua del tubo, ed il centro meccanico al di fuori dell' asse di questo, ricevono la spinta di fili che si trovano a distanze abbastanza diverse dall' asse, perchè l' impulso nelle due metà sia di varia forza ed anche questi semi rotano siccome la teoria lo prometteva, e come si osserva in via eccezionale per i corpuscoli coloriti della rana, quando il loro asse maggiore si trova in una sezione trasversale o obliqua dei vasi. Di quando in quando poi questi semi di lattuca si vedono percorrere delle strade curve, quantunque il più sovente paiano seguire direzioni rettilinee parallele all' asse, del tubo. I semi bianchi, sferoidei, meno densi del coriandro presentano la rotazione direi ogniqualvolta che la corrente del liquido è abbastanza veloce per trascinarli; essi si tengono in vicinanza della parete, e quindi si muovono sempre più lentamente dei semi neri che occupano fili del liquido più vicini al centro; anzi sovente questi progrediscono ancora, mentre i bianchi si fermano in contatto della parete, tutto ciò precisamente come accade nei più piccoli vasi sanguigni durante la circolazione. Di quando in quando i semi bianchi corrono in vicinanza della parete inferiore del tubo, ma non mai ai lati di questo. Qui dunque l' analogia non calza, perchè i corpuscoli bianchi del sangue rasentano assai sovente la parete laterale dei vasi. Quei semi di coriandro che in via eccezionale corrono sulla parete inferiore del tubo, vi restano quando la corrente viene a cessare, siccome in tal caso il numero maggiore di essi si ferma lungo la parete superiore. Paion quindi comportarsi in tal modo semplicemente a cagione della loro maggiore o minore densità. Di fatto, i semi di *Lathyrus odoratus*, che sono in regola più densi della forte soluzione di cloruro di sodio, corrono sem-

pre sulla parete inferiore del tubo. Qualunque sia l' orientazione di questi semi sferoidei, nel rotolarsi egli è sempre il polo rivolto verso il centro del tubo che si dirige in avanti, e ciò risponde alla teoria che la spinta che fa rotare derivi da un filo del liquido più vicino all' asse, dotato di maggior velocità.

Quel moto saltuario che fa scorrere un corpuscolo bianco del sangue, rotolando sovra un suo compagno fissato contro la parete, venne osservato da me, quando unitamente ai semi di coriandro quei di *Lathyrus* percorrevano il tubo; questi più densi e più grandi, rimanevano talvolta in riposo sulla parete inferiore del tubo, ed i semi più piccoli e più leggieri di coriandro rotolavano sopra di essi.

La ragione per cui i corpuscoli bianchi si tengono nello strato periferico del sangue, non risulta da queste sperienze che non presentano un grado d' analogia abbastanza completa con quel che ha luogo nella circolazione. L' idraulica insegna e spiega il fatto che i galleggianti in un filone, invece d' avvicinarsi alla sponda, vengono portati verso il centro, e ciò fa rigettare la sovra citata spiegazione che il Donders propose per il fenomeno in questione. Io vado in cerca di corpuscoli che possano offrire in modo più perfetto la rassomiglianza colla distribuzione dei corpuscoli bianchi nell' intera periferia della colonna sanguigna che percorre i vasi.

Per tener libero il passaggio dei semi di coriandro, di cui il diametro maggiore può raggiungere 5 mm., non potei introdurre, in quella parte del modello Weberiano che imita il sistema capillare, una resistenza abbastanza forte per impedire la propagazione delle onde positive, suscitate nella parte arteriosa, fin dentro le vene; qui dunque non regge il paragone con quello che ha luogo nell' organismo. Per ispegnere l' onda nel sistema capillare in modo che non si propaghi nei tubi che rappresentano le vene, si vuole una resistenza maggiore, per cui la dimostrazione imitativa dei diversi fenomeni della circolazione richiede che si moltiplichino le sperienze, e ciò non sembrerà gran male a quanti sono convinti che lo studio della vita è chiamato a faticare nella paziente analisi dei fatti, anzichè ad illudersi in sintetiche finzioni.

RICERCHE CHIMICHE SULLE CASTAGNE COMUNI; NOTA DEL PROF. G. ALBINI E A. FIENGA.

Molti anni sono io intraprendeva delle ricerche chimiche sul frutto della castagna comune allo scopo di determinarne il valore nutritivo, e ne cominciava i risultati all' Imperiale Regia Accademia di Vienna nella seduta del 20 Luglio 1854 (1). Durante i lavori analitici, e più ancora nel raccoglierne i risultati per la comunicazione, ebbi a convircermi che i cacatteri di molti corpi costituenti la castagna richiedevano di essere più accuratamente studiati, e che le analisi dovevano istituirsi su di più larga scala, acciocchè meglio si potessero conoscere ed isolare quei principii, che per una quantità di ostacoli non s' erano sufficentemente determinati. Passarono molti anni senza che io potessi mai soddisfare tale desiderio, ed essendomi accinto per ben due volte a questi lavori me ne trovai distratto da altre occupazioni di dovere.

Negli esercizii pratici di quest' anno proposi a' miei allievi come argomento di lavoro un' analisi chimica sulle castagne, ed a questa si offerse il bravo giovane Antonio Fienga da Sorrento, che trovai animato tanto dall' interesse di esercitarsi nella chimica analitica, che dalla curiosità di conoscere i costituenti immediati di un frutto, il quale dai ricchi si considera e si mangia per ghiottornia al pari di altri

(1) Juliheft des Jahrgange 1854 der Sitzungsberichte der mathem. — naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. (Band XIII. 502).

frutti, mentre costituisce pel popolo uno dei principali alimenti, come osservasi presso i Napoletani, i quali per due terzi dell' anno fanno grande consumo di castagne, mangiandole specialmente bollite al mattino ed arrostite o fatte al forno alla sera.

Riferisco per ora i pochi risultati ottenuti dietro i nostri lavori fatti sui marroni secchi (*castagne spezzate* dei Napoletani) e sulle castagne fresche.

Grammi 300 di marroni secchi si posero in un recipiente contenente tre litri di acqua distillata e si lasciarono stare per lo spazto di circa 24 ore, poi si assoggettò il tutto all' azione del calore sul bagno ad arena. La temperatura oscillava fra 30 — 40 C.°

Il giorno appresso si ridussero in una poltiglia, indi si mischiarono di nuovo all' acqua madre, e dopo ripetute agitazioni si versò la miscela su di un filtro il liquido filtrato venne posto ad evaporare sul bagno ad arena alla temperatura di 40 C.°

Il residuo rimasto sul filtro venne trattato ripetutamente e nello stesso modo con acqua distillata fino ad estrarre tutte le sostanze solubili in questo liquido. Ad ogni trattamento il liquido veniva filtrato e poi aggiunto all' altro che trovavasi sul bagno ad arena. La temperatura non sorpassò mai i 45 C.°

In seguito ai ripetuti trattamenti all' acqua la quantità delle sostanze solubili andava sempre diminuendo; lo stesso succedeva per l' opalescenza dei varii filtrati e del colore giallo-sporco che essi aveano, finchè si giunse a raccogliere un liquido limpido, trasparente, a reazione piuttosto neutra, il quale evaporato non lasciava residuo determinabile.

Fra un trattamento e l' altro vi fu sempre l' intervallo di un giorno, essendo che i marroni si mantenevano prima per circa 24 ore in fusione e poi si trattavano con nuov' acqua.

Dal residuo insolubile nell' acqua che era rimasto sul filtro si estrasse tutto l' amido col metodo della manipolazione sott' acqua; decantato il liquido sovrastante si raccolse l' amido dal fondo del vaso, si lavò ripetutamente e si fece asciugare al sole. Lo stesso venne praticato per il residuo rimasto sul panno dietro l' estrazione dell' amido. Quest' ultimo residuo è rappresentato quasi tutto dalla cellulosa delle castagne.

Esame del liquido filtrato contenente i principii solubili nell' acqua.

Il liquido filtrato, raccolto dietro varii trattamenti all'acqua, dava sempre una reazione acida più o meno pronunciata. Conteneva zucchero, come ancora dei corpi albuminoidi, riconoscibili dal coloramento giallo-paglierino che prendeva una piccola quantità di liquido per l' azione dell' acido nitrico a caldo, coloramento che passava al giallo-arancio all' aggiunta dell' ammoniaca.

L' alcool assoluto non produceva alcun precipitato nella soluzione molto diluita, quando però la soluzione era concentrata si aveva un precipitato. L' acido cloroidrico non dava alcuna reazione. L' acetato di piombo dava un abbondante precipitato bianco caseoso. Lo stesso si otteneva col solfato di rame.

Finalmente il liquido dava col nitrato d' argento, un precipitato bianco, che non si scioglieva nell' ammoniaca.

Il liquido evaporato a consistenza sciropposa dava una reazione acida molto pronunciata, avea un colore bruno ed un odore grato particolare. In esso formavasi a poco a poco un deposito, viscido, bruno, ricco di sostanza albuminoide.

Questo sciroppo si estrasse ripetutamente con alcool a 85° (areometro di Gay-Lussac). All' aggiunta dell' alcool vedevasi tosto formarsi un abbondante precipitato fioccoso che si raccoglieva al fondo della capsula, si versò su di un filtro per separarlo dall' estratto e si fece in seguito disseccare; macinato avea l' aspetto di una polvere contenente una sostanza a squammette lucide. Il residuo insolubile nell' alcool conteneva piccole quantità di grasso libero estraibile con etere. Più conteneva del grasso unito alle basi, messosi in evidenza secondo il metodo indicato da Hoppe Seyler (Handbúch der physiologisch und pathologisch. Chemischen Analyse). Quest' ultimo grasso si presentava sotto l' aspetto di un' emulsione.

Raccolto l' estratto alcoolico in una storta tubulata si fece distillare a bagno-maria per allontanare l' eccesso di alcool. Il liquido assoggettato alla distillazione avea un colore d' acqua di caffè, ed un odore grato particolare. Distillato fino ad un

certo punto e poi raccolto ciò che rimaneva nella storta in una capsula di vetro si lasciò in riposo per avere la lenta e spontanea evaporazione dell' altra piccola quantità di alcool rimasta. Col tempo si vedevano depositare dei cristalli di diverse forme, la maggior parte dei quali era disposta a raggi, raggruppati intorno ad un medesimo centro. (Zucchero di canna).

Allo stesso modo si è proceduto nell' analisi di 550 grammi di castagne fresche e si ebbero gli stessi risultati ottenuti per i marroni secchi. Però all' aggiunta dell' alcool al liquido evaporato a consistenza sciroppoga si ebbe un precipitato meno abbondante. Alla capsula aderiva un deposito vischioso, come fosse grasso. La sostanza insolubile nell' alcool, rimasta sul filtro, si presentava molto igroscopica. Essa conteneva una piccola quantità in più di grasso libero. Il grasso unito alle basi presentava lo stesso fenomeno dell' emulsione. Si ebbe ancora una reazione più o meno acida, come per i marroni secchi.

A volere estrarre tutto ciò che era solubile nell' alcool assoluto a caldo, e ad isolare alcune sostanze albuminoidi dai marroni secchi si operò come segue:

Si ridussero in farina grammi 250 di marroni secchi; si trattò ripetutamente a caldo con alcool assoluto, impiegandone circa un litro. Si ottenne un estratto di un colore giallo d' ambra, che filtrato e raffreddandosi lasciava depositare dei piccoli cristalli di zucchero di canna; questi tapezzavano le pareti del bicchiere in modo da farle sembrare come smerigliate. Allontanato l' eccesso di alcool mediante distillazione a bagnomaria si raccolse il residuo rimasto nella storta, il quale intanto aveva preso un colore giallo d' oro. Col tempo continuavano a depositarsi dei cristalli come sopra e la sostanza colorante assumeva l' aspetto di un olio di colore giallo d' oro. Questa sostanza oleosa costituisce o contiene l' aroma od essenza dei marroni secchi, talchè potrebbe servire ad impartire l' odore grato della castagna ad altre farine inodore. Raccolti i cristalli si purificarono mediante ripetute cristallizzazioni.

Dopo alcuni giorni si trattò di nuovo la farina a caldo con l' alcool raccolto dalla distillazione e si ebbe così un secondo

estratto di un colore giallo-verde, dal quale si ottennero per evaporazione i cristalli e la sostanza oleosa aromatica come sopra nel primo estratto.

Lasciando sempre passare alcuni giorni, si è ripetuta questa estrazione all' alcool caldo per sei volte. Dal terzo estratto si depositarono dei cristalli di vero zucchero di canna. Dopo il terzo estratto non si depositarono più cristalli.

La sostanza colorante ottenuta per estrazione all' alcool assumeva di volta in volta un diverso coloramento, passando dal giallo-d'ambra (come nel primo estratto) al giallo-verde, al bleù, al turchino e terminando col turchino-chiaro. Questi varii coloramenti pare dipendessero dal passare della sostanza colorante per varii gradi di ossidazione. Infatti col tempo i diversi pigmenti riprendevano il colore giallo-d'ambra, come nel primo estratto.

Dopo avere estratto tutto ciò che era solubile a caldo nell' alcool assoluto, si fece asciugare ben bene la farina e poi si trattò con acqua distillata tante volte finchè venne esaurita di tutte le sostanze albuminoidi contenute. Al liquido filtrato raccolto dai varii trattamenti all' acqua, si aggiunse acetato di piombo, il quale produsse tosto un precipitato fioccoso, caseoso, che col tempo si raccolse al fondo del vaso.

Versato il tutto su di un filtro se ne raccolse il precipitato per lavarlo ripetutamente con acqua. Dal liquido filtrato si allontanò l' accesso di acetato di piombo mediante una corrente d' idrogeno solforato ; si filtrò e si fece evaporare sul bagno ad arena fino a consistenza sciropposa e poi sul bagno-maria fino a secchezza. Questa sostanza sciropposa, seccata, si presentava molto igroscopica. Da essa si depositavano dei cristalli di zucchero diversi da quelli ottenuti mediante l' estrazione alcoolica. Infine conteneva una sostanza gommosa assai affine alla destrina.

Scomposto il precipitato ottenuto con l' acetato di piombo mediante una corrente di acido carbonico, si filtrò il liquido quando una piccola quantità di esso non dava più precipitato col gas acido carbonico, indi si evaporò a bagno-maria. Si ottenne così una sostanza giallognola, molto igroscopica, di un odore grato. Questa sostanza dava quasi tutte le reazioni dei corpi albuminoidi, e rappresentava perciò quel corpo albumi-

noide dei marroni secchi, che non aveva perduta la sua solubilità nell' acqua sebbene fosse stato trattato ripetutamente a caldo con alcool assoluto (1).

Dal residuo insolubile nell' acqua, nel quale cogli usati reagenti non si potevano scorgere che tracce di corpi albuminoidi, si estrasse tutto l' amido, dividendolo dalla cellulosa secondo il metodo indicato di sopra e si fece asciugare al sole.

I marroni secchi disseccati hanno perduto 11 — 12 $^1/_2$ per % di acqua. Le castagne fresche 51 per %.

I marroni secchi assoggettati alla fermentazione subirono prima la fermentazione alcoolica, che prontamente passò in quella acida ed a quanto pare nella lattica.

L' analisi qualitativa del brodo di castagne ci fece trovare:

1° zucchero di canna, zucchero d'uva (in molta quantità)
2° destrina. . . . . »
3° colla d' amido . . . . »
4° grasso . . . . (in piccola quantità)
5° principii albuminoidi . . . . (in discreta quantità)
6° sali . . . . (scarsi)

Nelle poche castagne bollite d' aggiunta alla zuppa si trova del grasso in uno stato di emulsione solida.

Il rimanente è amido cotto e cellulosa.

Il primo quadro indica in peso i principii contenuti in 300 grammi di marroni secchi determinati colle analisi ora descritte.

Il secondo quadro indica le proporzioni in peso dei principii estratti da 550 grammi di castagne fresche.

Il terzo quadro indica i rapporti centesimali, anche in peso, dei principii contenuti nei marroni secchi e nelle castagne fresche posti in confronto fra loro.

Il quarto quadro indica in peso i principii estratti da 250 grammi di marroni secchi.

Il quinto quadro poi ne indica il rapporto centesimale.

(1) La presenza nelle castagne di questo corpo albuminoide solubile nell' acqua calda giustifica l'uso del popolo minuto di Napoli, la di cui colazione per molti mesi dell' anno consiste in una zuppa di pane nel brodo di castagne. Queste si aggiungono dai venditori nel numero di tre o quattro per ogni razione e credo che lo facciano piuttosto per disfarsene, in quanto che per la prolungata ebollizione diventano insipide.

Quadro I.

Sopra 300 grammi di Castagne secche

Acqua	37,50	Acqua	37,50
Sostanze insolubili nell' acqua	168,—	Cellulosa	109,50
		Amido	58,50
Sostanze solubili nell' acqua	94,50	Sostanze solubili nell' alcool	81,—
		Sostanze insolubili nell' alcool	13,50
	300,00		330,00

Quadro II.

Sopra 550 grammi di Castagne fresche

Acqua	280,50	Acqua	280,50
Sostanze insolubili nell' acqua	203,50	Cellulosa	145,75
		Amido	57,75
Sostanze solubili nell' acqua	66,—	Sostanze solubili nell' alcool	49,50
		Sostanze insolubili nell' alcool	16,50
	550,00		550,00

QUADRO III.

Sopra 100 parti in peso

	Marroni secchi	Castagne fresche		Marroni secchi	Castagne fresche
Acqua	12,50	51,—	Acqua	12,50	51,—
Sostanze insolubili nell'acqua	56,—	37,—	Cellulosa	36,50	26,50
			Amido	19,50	10,50
Sostanze solubili nell'acqua.	31,50	12,—	Sostanze solubili nell' alcool .	27,—	9,—
			Sostanze insolubili nell' alcool	4,50	3,—
	100,00	100,—		100,00	100,00

QUADRO IV.

Sopra 250 grammi di Castagne secche

Acqua	27,50	Acqua.	27,50
Sostanze insolubili nell' acqua . .	135,50	Cellulosa	85,50
		Amido	50,—
Sostanze solubili nell' acqua . . .	46,—	Sostanza albuminoide precipitata con l' acetato di piombo	1,—
		Residuo, rimasto dopo avere precipitata la sostanza albuminoide	45,—
Sostanze estratte con alcool assoluto, a caldo	41,—	Zucchero di canna	3,50
		Sostanza colorante, sostanza aromatica ed oleosa . .	37,50
	250,00		250,00

QUADRO V.

Sopra 100 parti di Castagne secche in peso

Acqua	11,—	Acqua	11,—
Sostanze insolubili nell'acqua	54,20	Cellulosa	34,20
		Amido	20,—
Sostanze solubili nell'acqua	18,40	Sostanza albuminoide	0,40
		Residuo, rimasto dopo avere precipitata la sostanza albuminoide	18,—
Sostanze estratte con alcool assoluto, a caldo	16,40	Zucchero di canna	1,40
		Sostanza colorante sostanza aromatica ed oleosa	15,—
	100,00		100,00

FINE DEL VOLUME XXVII.

INDICE

Termometrografo Centigrado
Gelo
20 10 0 10 20 30 40 50 60
Minima
Massima
A
20 10 0 10 20 B 30 40 50
Gelo
Sistema U. Marchi
Firenze 1868.

1.
2.
3
4.
8.
6.
11 a.
7.
5.
9.
11 b.
12 a.
14.
15 a.
21.
14.
13.
12 b.
16.
17.
18.
10.
15 b.
17.
17.
20.
19.
22.

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80
Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, ossia una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

Le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *L. Ungher* — *Tipografia Pieraccini*.